



Carbon Frontier Journal



2023.6 Vol.1

▶巻頭言

石炭はフェードアウト？ 02

▶スペシャルレポート

令和4年度 JCOAL 政策提言
～石炭利用で挑む！“ゼロエミッション”～ 03

▶活動レポート

2022 年度カーボンリサイクル・火力発電の
脱炭素化技術等の普及促進事業二国間及び
多国間技術交流実施報告 11

令和4年度 事業報告会開催報告 19

モンゴル厳冬期ゲル宿泊生活

～ブリケット改良燃料パイロット事業実証燃焼試験～ 20

米国ワイオミング州環境省事業に関わる実証試験設備
「起工式」開催報告 22

SATREPS「バイオマス・廃棄物資源の
スーパークリーンバイオ燃料への触媒転換技術の開発」 23

カーボンリサイクル実証研究拠点の活動状況
(広島県大崎上島) 30

▶編集後記 35

一般財団法人 カーボンフロンティア機構

<http://www.jcoal.or.jp>

石炭はフェードアウト？

私たちは今年度から名称を「一般財団法人カーボンフロンティア機構」に改めました。「石炭エネルギーセンター」から「石炭フロンティア機構」を経て、とうとう名前から石炭が消えた？カーボンニュートラルを目指すには、やっぱり石炭はフェードアウトしていくしかないのか？

いえいえ、そうではありません。石炭を従来のように使い続けることにこだわってはいけません。石油・天然ガスを含めて、あらゆる化石系燃料の“使い方”を根本的に変えていこうということです。その中で今まで通り燃やせば最もCO₂発生量が多いのが石炭ですから、石炭は先頭切ってローエミッション化、ゼロエミッション化に取り組まねばなりません。USC からガス化複合発電のような高効率燃焼を経て、CO₂を分離回収し、リサイクルあるいはCCS 貯留していくことにまでチャレンジしていこうということです。石炭ガス化ガスからCO₂を分離すれば水素が得られます。新しい世界すなわち“未開のフロンティア”へのチャレンジです。これは他の化石燃料でも同じです。例えば、水素利用拡大に向けて天然ガスの改質による水素製造が目論まれています。製造過程で発生するCO₂はリサイクルあるいはCCS 貯留しなければCO₂フリーの水素にはなりません。石炭分野でも歴大な豪州褐炭をガス化してCCS と組み合わせたCO₂フリー水素を製造しようという取り組みが進められています。

化石燃料利用に伴うゼロエミッション化には、CO₂を分離回収貯留するCCS だけでなくCO₂を資源として活用することを含めたCCUS にチャレンジしていくことが必須です。脱炭素（Decarbonization）ではなく炭素循環（Carbon Recycle）です。植物は炭素固定によりその体を作り、それを食料としてあらゆる動物が食物連鎖を形成して体を作っています。炭素無しには人間を含む生物界は存在し得ません。これまで石油等化石資源から作ってきたプラスチックその他の材料も炭素が必要です。それを炭素循環によって作り続けていこうというのがカーボンリサイクルです。

私たちは、熱エネルギーとしての石炭利用、化石資源利用から一歩踏み出して、大気中へのCO₂ゼロエミッション化と共に炭素資源利用に取り組む組織として会員企業と共に当機構を進化させていきたいと思っています。その際、トランジションの過程では一気にゼロエミに跳べない国々への支援も忘れてはならないと思っています。

みなさまの変わらぬご支援をお願いいたします。



一般財団法人
カーボンフロンティア機構
会長 北村 雅良

令和4年度 JCOAL 政策提言 ～石炭利用で挑む!“ゼロエミッション”～

総務部広報室 鎌田 淳一

令和4年2月に始まったロシアのウクライナ侵攻により石炭を含めたエネルギー供給体制に大きな混乱が生じた。コロナ禍からの回復による需要の高まりなどで高騰しつつあったエネルギー価格はロシアへの経済制裁による供給不安からさらに高騰し、日本の主たる石炭供給元である豪州の石炭価格は過去最高を記録した。このような中、エネルギーミックスを基本として安定供給を第一とする日本のエネルギー政策が再認識されている。

石炭火力を巡っては、令和3年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画で、2030年時点の電源構成で石炭火力は19%程度とされる一方、2050年に向けては非効率石炭火力のフェードアウトと併せて、脱炭素型火力に置き換えるためアンモニアや水素、CCUS／カーボンリサイクル等を活用するための技術開発や導入環境整備を推進している。

また令和4年11月の国連気候変動枠組み条約第27回締約国会議(COP27)においても、全ての締約国において排出削減対策が講じられていない石炭火力発電の逡減及び非効率化石燃料補助金の段階的廃止を含む努力を加速することを求める内容などが合意され、国内外でカーボンニュートラルに向けた取り組みが加速している。

これらの背景のもと、令和4年度の政策提言は、会員企業へのニーズ調査の結果や、クリーン・コール・デー国際会議等での意見、並びに国の政策動向等を踏まえて原案を作成し、企画委員会での議論を踏まえて、「石炭利用で挑む!“ゼロエミッション”」と題し、水素・アンモニア等への燃料転換や、CCUS／カーボンリサイクルを含め、ゼロエミッションに向けた取組を訴えるとともに必要な支援を要請する提言書を完成した。

政策提言手交については、北村会長より、1月17日に環境省事務次官／地球環境局長、20日にJOGMEG理事長、28日にNEDO理事長、2月21日には資源エネルギー庁資源・燃料部長／石炭課長に対して趣旨説明を行った。

令和4年度の提言内容を以下に示す。

【骨子】

1. カーボンニュートラルに向けた石炭火力の位置づけ

- エネルギー自給率が低い我が国では、エネルギーの安定供給のためには特定のエネルギーに偏らないエネルギーミックスを維持することが引き続き重要。
- カーボンニュートラル実現にあたっては、既設インフラを最大限活用したコスト抑制が最善策。石炭火力はアンモニア、バ

イオマス混焼／専焼への燃料転換やCCUS技術と組合せたゼロエミッション電源に段階的に移行することが必要。

2. CCUS／カーボンリサイクル等イノベーションの推進と政府支援

- カーボンニュートラルの実現には、CCUS／カーボンリサイクル等の技術が必要不可欠。国内CCSの社会実装やカーボンリサイクル研究の加速が重要。
- CCUS／カーボンリサイクル等は、将来の事業性の予見が難しく、社会に普及させるためには、官民の連携が重要であり、政府支援が推進力となる。

3. 途上国への日本のクリーン・コール・テクノロジー展開と政府支援の継続

- 日本の石炭利用に関する信頼性の高い地域環境対策技術や、CCUS／カーボンリサイクル等の研究成果を途上国に普及、展開させることが重要。
- CO₂排出削減対策を講ずる石炭火力等への資金援助などの継続実施が必要。

4. カーボンプライシング

- 炭素税や排出量取引制度の検討は重要であるが、税制を導入する場合は、特定の産業に偏ることなく、国民全体で負担する仕組みとすることが望ましい。

5. 石炭等の安定供給の確保

- 石炭等、資源の安定供給には資源開発の継続が重要であり、資源国との友好関係や国や政府による投資への後押し(本邦企業の投資し易い環境整備)が必要。

6. 人材育成の戦略的な支援、及び広報活動の強化

- エネルギー安定供給の観点から資源開発のノウハウの継承は重要であり、産炭国と連携した国際的な人材育成活動には政府支援が必要。
- 石炭利用は、CCUS／カーボンリサイクル等と組み合わせることでカーボンニュートラル実現に貢献できることを、国内外に広く情報発信することが重要。

【提言】

はじめに

世界各国が2050年カーボンニュートラル実現に向けた取組を加速している中、2022年2月にロシアのウクライナ侵攻により、これまで積み上げてきた気候変動対策とエネルギー安定供給の確保が危機に晒されている。特に、エネルギー資源の大宗をロシアのガスに依存するEUは、代替エネルギー資源調達に伴う経済負担や量的確保の困難に直面し、域内のエネルギー価格の高騰

とエネルギー供給不足が、産業活動や国民生活に甚大な影響を及ぼしている。このような事態を目の当たりにし、エネルギー資源を特定の地域や国に依存するリスクや、特定のエネルギー種に偏ることの危険性を改めて認識し、これまで進めてきた日本のエネルギー政策、S+3Eの重要性を再確認した。

こうした中、2022年11月のCOP27では、合意文書に“気候変動に伴う「損失と損害（ロス&ダメージ）」の途上国支援に特化した初の基金の設立や、COP26の合意内容を踏襲する形で、産業革命以前からの気温上昇を1.5℃以下に抑える努力の追求、及びCO₂排出削減対策が取られていない石炭火力の段階的な削減の加速”などが盛り込まれた。昨今のエネルギー危機の中、気候変動対策の後退も懸念されたが、目標が堅持され、2050年カーボンニュートラル実現に向け、世界各国の取組や国際協調がますます重要となった。

現状、温室効果ガスの主要な排出源とされる化石資源は、発電や輸送用燃料として、また工業製品の原材料等として国内外で幅広く活用されている。中でも石炭は、化石エネルギー資源の中でも地域偏在性が小さく、膨大な埋蔵量から安価で安定的に使えるものとして、産業革命以降、発電、鉄鋼、セメント、化学工業などの基幹産業の発展に貢献するとともに、主要な資源やエネルギーとして社会の基盤を支え続けている。しかし、気候変動が世界の主要課題になると、石炭は燃焼時のCO₂排出量が相対的に多いがゆえに、エネルギー選択肢としては劣後され、新たな投資も抑えられた結果、ロシアからの資源依存低減で天然ガスから石炭にシフトしようとしても、需給のタイト化により、石炭価格も高騰に見舞われている。

今一度、世界のエネルギー需給の観点から、石炭の在り方について考えるべきではないだろうか？

IEA（国際エネルギー機関）が今年発表した「世界エネルギー見通し2022」の「発表誓約（APS）シナリオ」によると、2050年までCO₂を削減するため石炭の使用量は減少するものの、一次エネルギーに占める割合は7.5%程度と予測している（図1-①）。また、2050年の世界の電力需要の4.3%程度のエネルギーを石炭が支えている（図1-②）。とりわけ、アジア・大洋州では、各シナリオで石炭は一定量の需要が見込まれる（図1-③）。引き続き、世界には、石炭を利用せざるを得ない国や地域が存在する。

CO₂の分離・回収・利用・貯留（CCUS）、カーボンリサイクル等の“革新的クリーン・コール・テクノロジー（Innovative CCT、図2）”を駆使し、豊富で低廉な石炭資源のメリットを長期に活かすべきと考える。

特に、資源が乏しく周囲を海で囲まれた我が国において、S+3Eを満たす単一の完璧なエネルギー源がないことから、多様なエネルギー源をバランス良く活用することが重要であり、私たちが取組むべきことは、多くの選択肢を保持しながら、それぞれに必要な技術革新にチャレンジし、CO₂排出抑制のコスト削減や、社会実装を進めることである。

SDGs（持続可能な開発目標）が示す「誰も置き去りにしない、持続可能で多様性と包摂性のある社会」のために、途上国を含めた全ての人々にaffordable（手頃な価格）、reliable（安定的）、sustainable（持続可能）、そしてmodern（近代的）なエネルギー

へのアクセス確保が求められていることから、供給安定性や経済性に優れた石炭の果たす役割はこれからも大きい。

カーボンニュートラル実現に向けて必要なことは、石炭利用をやめることではなく、石炭利用に伴う脱CO₂化を進めることであり、その取組をますます加速するため、国の支援が重要と認識し、以下を提言する。

1. カーボンニュートラルに向けた石炭火力の位置づけ

我が国の2020年度の石炭消費量は約1.7億トン（図3、内訳は、電力分野で約55%、製鉄分野で約30%、産業用その他が約14%）であり、ほぼ全量（99%）を海外から輸入している状況が継続している。我が国のエネルギー事情を考えると、他国に比べて極端に低い自給率、及び送電網やガスパイプラインが海外と連携・接続していない島国であるという現状から、エネルギーの安定供給には特定のエネルギーに偏らないエネルギーミックスが引き続き重要である。

ロシアによるウクライナ侵攻により資源・エネルギー価格の高騰や、電力需給逼迫などを経験したが、安定供給確保を大前提としつつ、ロシア依存の低下を進め、温室効果ガス全体を2030年度に2013年度比46%減や、2050年度カーボンニュートラル実現に繋げる「第6次エネルギー基本計画」は変更されていない。

「第6次エネルギー基本計画」における火力発電に関する基本的な考え方（図4）は以下の通り。

- 2030年に向けて、安定供給確保を大前提に、火力発電の比率をできる限り引き下げていく。
- 再生可能エネルギー大量導入の下では、①調整力として再生可能エネルギーを保管する、②不足する供給力を賄う等、火力はトランジションを支える重要な役割。エネルギー安全保障の観点から、天然ガスや石炭を中心に適切な火力ポートフォリオを維持しつつ、非効率な火力をフェードアウト。
- 2050年カーボンニュートラルに向けては、従来型の化石火力が果たしてきた機能を脱炭素型電源に置き換えていくことが必要。

上記を踏まえ、2030年想定される電源構成で石炭火力の発電電力量は全体の19%（総発電電力量約9,340億kWh程度）と試算されている。

カーボンニュートラル実現にあたっては、事業者や国民の負担軽減の観点から、既存インフラを最大限活用し、コストを極力抑制することが最善の策と言える。

石炭火力はベース電源から、再生可能エネルギー大量導入を支える調整力、供給力、慣性力としての役割を拡大しつつ、アンモニア・バイオマス混焼から専焼への燃料転換やCCUS技術を組合せた電源に段階的に置き換えていくことが必要である。

また、近年経年劣化した火力設備の休廃止が相次ぐ中、供給力の低下により、夏場や冬場のピーク時に需給が逼迫している。当分の間、高効率火力設備の維持、活用を図りつつ、予備力確保の観点から容量市場の柔軟な運用やデマンドレスポンス（DR）の拡大等の対策が重要である。

2. CCUS/カーボンリサイクル等イノベーションの推進と政府支援

2050年カーボンニュートラル実現に向けては、電化・水素化等で脱炭素化できない領域については、CCUS/カーボンリサイクル等の技術を最大限活用することが必要不可欠である。国内 CCS の社会実装やカーボンリサイクル分野の研究開発について、イノベーションを起こし加速することが重要である。

今年度、CCS 長期ロードマップ(図5)の検討が進み、CCS の商用化を前提に2030年までの事業化に向けた事業環境整備(国内法整備、政府支援策等)が取り纏められる。CCS の事業化には、多くのステークホルダーとの合意形成や、事業の透明性の確保が条件となることから民間企業のみでの取組は困難である。国による積極的な CCS 適地調査や、欧米など CCS 先行国の政策を参考にした新たな政府支援をお願いする。国が行う政策支援が民間企業の活力に繋がり、今後10年間で、官民協力で150兆円規模とされるグリーン・トランスフォーメーション(GX)投資(図6)に寄与し、我が国の産業競争力強化及び経済成長に大きく貢献できる。

カーボンリサイクルについては、グリーンイノベーションに伴う成長戦略の一つとして位置付けられ、産学官の総力戦で研究開発に取り組む必要がある。カーボンリサイクルに必要な CO₂ 分離・回収プラントの実績は日本企業がトップシェアを誇っていることから、カーボンリサイクル技術についても、グリーンイノベーション基金を最大限活用し、さまざまな技術開発に取り組み、新たな産業を創出することが、経済と環境の好循環に繋がる。

その他、水素・アンモニア、バイオマス等で化石燃料を代替利用するなど、多様な技術にも取り組み、事業として社会に広く普及させて行くことが重要である。

各事業者が、自らの事業環境を踏まえ、これら選択肢の中から最適な技術を選び取り組むことは、カーボンニュートラルの裾野を広げ、我が国産業の生産・供給力のレジリエンスにも繋がる。これら技術については、切磋琢磨し自立することが求められるが、事業として成り立たせるためには、将来の採算の予見できる政策支援も必要となる。政策支援については、全ての技術が費用対効果の面で等しく評価されるように公平で中立的な観点での議論をお願いしたい。

また、2050年カーボンニュートラルに向けては、国際連携が必要不可欠である。とりわけ、今後も石炭需要が見込まれる東南アジア諸国においては、CCUS/カーボンリサイクル等の技術の普及が求められることから、日本の取組状況や研究成果を情報発信するとともに、諸外国の実情やニーズを把握することが重要である。国が推進するカーボンリサイクル産学官国際会議やアジア CCUS ネットワークを活用して最新動向の知見共有を進め、さまざま国際ルールの枠組みを議論する必要がある。特に、CCUS を活用した CO₂ 削減効果については、さまざまな燃料について科学的根拠に基づき、合理的かつ公正に評価されるべきであり、国際的な基準の整備が望まれる。そして、日本が開発した技術で世界に貢献し、世界全体でカーボンニュートラル実現を目指すことが肝要である。

【発電分野の高効率化】

石炭火力の高効率化については、石炭をガス化し、ガスタービンと蒸気タービンで発電する IGCC の研究開発が終了し、現在、大崎クールジェンプロジェクトでは IGCC に燃料電池を組合わせた IGFC の研究開発が進められているが、IGFC は高压プロセスになることから、実用化に向けては、更なる燃料電池の高压化が必要である。

研究開発が終了した技術については実用化することが望ましく、IGCC については、勿来 IGCC 実証の成果を踏まえ、空気吹き IGCC が福島県(勿来、広野)で商用機運転されるとともに、大崎クールジェンの成果を反映して、長崎県(松島火力2号機)で酸素吹きガス化炉を併設する商用機検討が進められ、今後 IGCC 技術の普及がゼロエミッション型石炭火力の新設、リプレイスに繋がることが期待される。

一方、既設石炭火力については、CO₂ 排出削減対策が必要不可欠となることから、高効率発電のみならず、アンモニアや CCUS/カーボンリサイクル等の技術との親和性も考慮した研究開発が必要である。

【水素・アンモニア利用技術】

国は2030年までに、ガス火力への30%水素混焼や水素専焼化、石炭火力への20%アンモニア混焼の導入・普及を目標とするとともに、電源構成において、水素・アンモニアで1%賄うことを想定している。水素・アンモニアを燃料とした発電は、受入れ設備の追設や燃焼器の開発の必要があるが、既設発電設備の多くを流用できることから、将来の投資が予見し易く、カーボンニュートラル実現に向けた有力な選択肢である。水素・アンモニア混焼や専焼技術(燃焼器の開発)は、国内企業の得意とする分野であり、早期市場導入に向け、研究開発を加速する必要がある。

一方、2030年時点で国内需要は、水素・アンモニアともに年間300万トン、2050年では、年間水素2,000万トン、アンモニア3,000万トンと試算されているが、その調達が可能ではない。

水素、アンモニアは製造プロセスにより、グリーン、ブルー、グレーがあるが、経済的な観点からは、さまざまな手法で技術を競い安価な製造を実現することが重要である。とりわけ、褐炭由来のブルー水素、ブルーアンモニアは、経済的にも、多様なエネルギー資源活用の面からも有望であり、着目する点である。

製造技術としては、余剰再エネ・水電解による水素製造の大型化(PEM型、アルカリ型)や、水素を経由しない水と窒素からのアンモニア製造(電極の触媒や電解質の開発)、及びハーバーボッシュ法より低温・低压条件でのアンモニア合成などの革新的な製造技術への挑戦が求められるとともに、水素輸送技術としては、液化水素、メチルシクロヘキサン(MCH)などの実用化が必要である。

現在、水素の社会実装としては、安価な豪州ビクトリア褐炭から水素を製造・液化し、日本へ輸送して利用する水素サプライチェーン構築実証事業が進捗しており、今後、豪州褐炭水素プロジェクトの商用化が期待される。また、アンモニアについては、中東 UAE におけるブルーアンモニアプロジェクトの事業化検討が進められている。こうしたプロジェクトには、国際的なサプライチェーン

ンの早期構築が求められることから、関係国との協力関係の構築、及び資源外交の展開が重要である。

【再生可能エネルギー利用と石炭火力のリンク（再エネとのリンク）】

再生可能エネルギー利用拡大に伴い、電力供給の変動が大きくなり、電力需要に対する供給の偏差を埋める調整力が必要となる。調整力の要件には、S+3Eを前提に、負荷変化速度及び負荷変化幅の拡大が求められることから、安定供給と経済性に優れ、昨今の技術開発の進展で、負荷変化率の向上や最低負荷の切り下げが可能となった石炭火力が活用できる。今後、石炭火力は、再生可能エネルギーの調整電源としてその役割が期待される。

また、バイオマス利用については、石炭火力へのバイオマス混焼が、既存設備を最大限活用できることからメリットがある。現在、供給系統（粉碎機）の改良や、燃料を改善する技術（半炭化等）の開発が進み実用化段階にあるが、普及には、国内未利用材の確保や調達コストの削減などの課題がある。バイオマスは地産地消し、地域創生プロジェクトとして展開して行くことが望ましく、林業関係者へインセンティブが働く政策支援を検討するとともに、成長が早く、かつ、燃料専用として活用できる早生樹の育成、および農業残渣や下水汚泥等の社会活動で発生する廃棄物をバイオマスとして利用拡大に資する技術開発など、国内バイオマスの安定供給と経済性の改善に資する取組を推進することが重要である。

なお、海外から木質バイオマスを調達する場合は、現地で森林破壊などが起きないよう、森林認証を義務付けるなど、国際連携が求められるとともに、輸送については、海上輸送時の管理を想定した ISO や国際海事機関（IMO）に関する関係国の動向にも注意が必要である。

【CO₂ の分離・回収】

CO₂ の分離・回収は、CCUS/カーボンリサイクル等に必要な共通技術であり、普及させるためには、更なるコスト低減が必要である。現状、化学吸収法が実用化されているが、コスト削減が期待できる固体吸収法や、膜分離法等の技術開発を推進することが重要である。

特に、固体吸収法については、化学吸収法に比べエネルギー消費が少なく（発電所の排熱エネルギーで吸収剤の再生が可能）、国内石炭火力（舞鶴発電所：USC）へ適用した実証試験が進捗しており、早期実用化が期待できる。CO₂ 分離・回収技術の市場導入は EOR への適用が近道であり、インフラが整備されている北米が有望視される。現在、日米国際共同で米国ワイオミング州において固体吸収法を用いた革新的省エネルギー型 CO₂ 分離・回収技術実証を進めており、事業化を目指している。

また、CO₂ 分離・回収設備を伴わないシステムとして CO₂ が回収できるクローズド IGCC や、CO₂ 分離・回収型化学燃焼技術（ケミカルルーピング）等の低コスト化の可能性が見込める技術の探求も必要である。

さらに、カーボンニュートラルに向けては、大気中に存在する CO₂ を直接回収する技術（DAC：Direct Air Capture）も必要である。大気中の CO₂ は僅か 0.04%（400ppm）しかないことから、それを集め濃縮するためにはさまざまな材料やプロセスの工夫が求められ、こうした研究開発への支援が求められる。

【CCS】

2050 年時点で、国内 CCS による貯留は年間 1.2 億トン～2.4 億トンと想定され、日本の場合、CO₂ の発生地点と貯留地点が必ずしも近距離とは限らず、CCS については、CO₂ 液化輸送が伴う。現在、適地選定調査、既設インフラの活用、及び液化 CO₂ 船舶輸送、並びに CO₂ 排出源と貯留地点を効率的にマッチングするバリューチェーンの構築等、さまざまな検討が進められている。今後、CCS 長期ロードマップの取り纏めが進められ、事業環境が整備される計画であることから、早期 CCS 実現を目指し、こうした検討が社会実装に繋がるように、官民一体となった取り組みが重要であり、法整備のほか、税制などの支援策、及び地点や事業関係者との調整など、国のリーダーシップをお願いしたい。

また、エネルギー部門においては、CO₂ 排出量をゼロにすることが難しい部門もある。カーボンニュートラル実現に向けては、DACCS や BECCS といったネガティブエミッションの活用も必要となることから、CCS は着実に推進しなければならない。

【カーボンリサイクル】

回収した CO₂ を資源として再利用するカーボンリサイクルについては、2022 年 9 月に NEDO が大崎クールジェンの設備を活用したカーボンリサイクル実証研究拠点を整備した。研究拠点では、CO₂ を資源として炭酸塩化したコンクリート製品（スイコム）、化学品やバイオ燃料等を製造する実証や、微細藻類由来のジェット燃料製造に係る研究開発、並びにダイヤモンド電極によるギ酸の製造、プラズマを利用した尿素製造、産廃由来の炭化ケイ素合成、微細藻類を用いた機能性化学品やバイオプラスチック生産等の基礎研究に取り組み、多様な炭素化合物の合成・製造として再利用するための様々な研究が進捗し、今後、それらの成果が期待されるとともに、国内外への情報発信を推進すべきである。こうした拠点整備は地元からの期待も大きく、地域創生に貢献できることから、他地域への展開が望ましい。

また、国内石油化学コンビナートでは、既設インフラ、未利用エネルギーあるいは CO₂ や水素等を融通活用することで CO₂ 排出量の大幅削減や、低コスト化に繋がり、早期事業化が期待できる。コンビナートに於ける産業間連携によるカーボンリサイクル事業の検討を推進することが重要である。

さらに、海洋における海草などの CO₂ 吸収・固定（ブルーカーボン等）については、人工藻場等が既に実用化段階にあり、海洋国日本としては、CO₂ 吸収源として普及・拡大するポテンシャルが高く、積極的に活用すべきである。については、国交省、農水省、環境省など関係機関と連携しながら、民間企業が参入しやすいルール作りを早急に進める必要がある。

加えて、2019 年 8 月に民間ベースで「一般社団法人カーボンリサイクルファンド」が設立され、カーボンリサイクルに係る広報活

動や研究助成活動を継続している。今年度、助成した研究開発が、国の支援事業に発展するなど、着実に成果が現れ、ますますイノベーション創出が期待される。

【製鉄・セメント分野の CO₂ 排出削減】

我が国の製鉄業界は世界でも最高レベルのエネルギー効率であるが、更なる省エネルギーと CO₂ 排出削減に向けて、革新的なコークス代替還元材料（フェロコークス）や COURSE50（製鉄所から発生する CO₂ の約 30% を削減可能とする革新的な低炭素製鉄プロセス技術の確立）等の技術開発と社会実証を推進することが重要である。併せて、高炉技術では一気に石炭コークス利用をゼロにすることは不可能であり、製鉄所から発生する CO₂ を対象とする CCS やカーボンリサイクル等の技術導入も必要である。

そして、今後求められるイノベーションの中には、水素還元製鉄のように、水素による還元プロセスにおける吸熱反応といった課題をどのように克服するかなど、未だ技術的にも完全な解決策が見出せていない分野も多く、イノベーション実現への挑戦は容易なものではないが、イノベーションの実現が我が国の産業競争力の源泉となり、世界のカーボンニュートラルへの動きをリードできるよう、今から政府・産業界を挙げて取組を加速する必要がある。

セメント製造分野における CO₂ 排出削減への取組も重要である。アンモニア混焼や合成メタンの活用等の燃料転換技術開発を推進するほか、セメント生産工程における CO₂ 排出削減（低炭素型セメント、CO₂ 分離回収・再利用）や、CO₂ をコンクリート・セメント生成物等に取り込み活用する技術開発、並びに社会実装を加速して、社会全体で持続的な資源循環システムを確立することが必要である。とりわけ、コンクリート等への CO₂ 利用については、大規模・長期利用による CO₂ 固定化が可能ことから、社会実装への期待も大きく、CO₂ 排出削減・固定量の最大化、用途拡大・コスト低減が重要である。

【石炭灰】

石炭は燃焼後、石炭重量比約 1 割の石炭灰が発生し、そのうち約 7 割がセメント分野で粘土代替原料として利用されているが、セメント分野や、それ以外の分野で、より一層の石炭灰有効利用を促進していく必要がある。石炭灰利用促進には制度の整備が有効であり、JIS 等の規格化、利用ガイドラインの作成など、石炭灰を利用しやすい環境を整えていくべきである。国内では IGCC の稼働開始に合わせて、2020 年 10 月に石炭ガス化スラグが規格化され、現在、土木・建築分野での設計施工指針の作成が進められ、その利用促進に取り組んでいる。

また、近年、石炭灰中の Ca 分に着目し、CO₂ の吸収源として期待される炭酸塩化技術の開発が推進されている。実用化に向けては、炭酸塩化製品の規格・標準化等の検討が求められるとともに、普及にはコスト高が障害となることが予想される。炭酸塩化による CO₂ 削減効果を評価し、事業化にインセンティブが得られるような政府支援策の検討が必要である。

さらに、石炭灰有効利用に関する日本の技術や経験はレベルが高く、海外ニーズに合せた開発・実証事業を進め、今後石炭

灰の増加が見込まれるインドや、東アジア地域を中心に海外への事業展開の検討も重要である。

一方、国内石炭火力では、非効率石炭火力のフェードアウト政策の影響により、長期的には、石炭灰供給不足によるセメント原料の不足が懸念され、対応策の検討が求められる。併せて、バイオマス混焼率の増加等に伴う石炭灰の品質の変化にも注視する必要がある。

3. 途上国への日本のクリーン・コール・テクノロジーの展開と政府支援の継続

我が国では、石炭利用に伴う SO_x、NO_x、ばいじん等の地域環境対策は既に解決されているが、多くの国では未だ十分な対策が実施されていない。今後、石炭によるエネルギー供給が必要な発展途上国等に対し、こうした地域環境対策に資するシステムの導入や、その運転・保守管理技術を着実に普及させることが基本的な課題である。その上で、更にカーボンニュートラルを目指し、日本で技術確立した水素・アンモニア混焼、CCUS/カーボンリサイクル等の技術や、再生可能エネルギー大量導入における系統負荷変動対策など、途上国への展開が地球規模での CO₂ 排出削減対策として重要である。

世界が目指す 2050 年以降のカーボンニュートラルというゴールは共通だが、その取組やプロセスは国や地域により異なり、エネルギー資源をめぐる各国の状況を鑑みながら、最適な技術を組合せたカーボンニュートラルへの道を追求することが肝要である。故に、CO₂ 排出削減対策を講ずる石炭火力発電等インフラ整備への政府による国際的な支援や、既設石炭火力の改造を含むカーボンニュートラル実現に資する取組への資金援助、投資・金融・貿易促進の支援策の継続的な実施など、ファイナンスの充実が必要である。

4. カーボンプライシング

カーボンニュートラルの実現に資する経済手法として、炭素に価格を賦課する炭素税、国内排出量取引制度、二国間クレジット取引等のカーボンプライシングや、国際的な炭素国境調整措置の導入が検討されている。税制による場合は、国際競争に取組む産業活動や国民生活への著しい支障とならないよう留意するとともに、特定の産業に偏ることなく、国民全体で負担する仕組みとすることが望ましい。

また、カーボンニュートラル実現に取り組む事業には、ビジネスとして成り立つインセンティブを付与する仕組みや資金支援となる金融市場の整備等、多面的な政策の実施が求められる。

5. 石炭等の安定供給の確保

ロシアのウクライナ侵攻で、さらに世界規模でエネルギー価格が高値で推移している。足元で必要な石炭、石油、天然ガスの安定供給の確保が極めて重要である。

また、最近の石炭投資へのダイベストメントの動きの中で、供給構造の変化が顕在化しており、石炭の安定供給の確保が難しくなっている。

今後、資源安定供給のためには、資源国との友好関係とともに、国や政府による投資への後押しが必要であり、石炭についても産炭国における権益取得に向け、資源探査・調査等への支援とともに、本邦企業が投資しやすい環境整備をお願いしたい。

現在、石炭輸入相手国は豪州、インドネシアが主であるが、ロシアからの調達も少なからずあり、今回のロシアへの経済制裁の措置からその調達先の代替に苦慮した本邦企業もあった。ロシアへの石炭依存を低減し、石炭安定供給を図るためには、主要産炭国への持続可能な石炭開発の支援などの働きかけが重要である。

さらに、カーボンニュートラルの実現には、水素・アンモニアの大量調達が必要となることから、埋蔵量が豊富な褐炭からのブルー水素・アンモニアの活用が有望視され、褐炭活用は資源安定確保の観点からも意義がある。これまでの資源外交で培ったネットワークを活用し、国際協力・連携を進め、水素・アンモニアのサプライチェーンの構築や、CCS 適地確保等を一体的に推進する包括的な資源外交が重要である。加えて、産炭国と連携したインフラ整備の推進等、政府間レベルの一層の関係構築が求められる。

6. 人材育成の戦略的な支援、及び広報活動の強化

【人材育成】

エネルギー安定供給の観点から、資源開発のノウハウの継承は必要不可欠である。

国内の石炭生産現場が縮小していることから、資源開発人材育成には、産炭国の炭鉱、石炭関連施設等と連携し知見を得る機会を提供することが有効であり、こうした国際的な人材育成活動には政府の支援が必要である。

また、石炭利用には、クリーン・コール・テクノロジーや、CCUS/カーボンリサイクル技術等の導入・普及が必要不可欠である。政府もアジア CCUS ネットワークを構築していることから、こうした組織を活用して高い国内技術の情報発信や、技術普及のための人材育成、及び人材交流の活性化が重要である。国内企業や研究機関と連携した研修機能の充実・強化に政府支援が求められる。

【広報活動】

石炭は、発電、製鉄、セメント、化学工業など、あらゆる分野で利用され社会の基盤を支えている。また、SDGs に挙げられた諸課題の解決や、多様で公平なエネルギー確保のためには、石炭を利用しながら、地域環境負荷と地球環境負荷の双方を低減化していく革新的技術開発と社会実装を進め、国際協調と相互理解を深めることが重要である。

現在、国内では、多くの企業が国の支援もあり、カーボンリサイクル研究開発や CCS 社会実装にチャレンジし、その技術力を高めている。

石炭等化石燃料の利用は、CCUS/カーボンリサイクル等技術と組み合わせることでカーボンニュートラル実現に貢献できることを、広く国民に理解してもらうため、積極的な広報活動が必要である。したがって、これら取組みを、国際会議等の場や SNS などのツールを活用し、国内外に分り易く情報発信をしていくことが重要である。

以上

【参考資料】

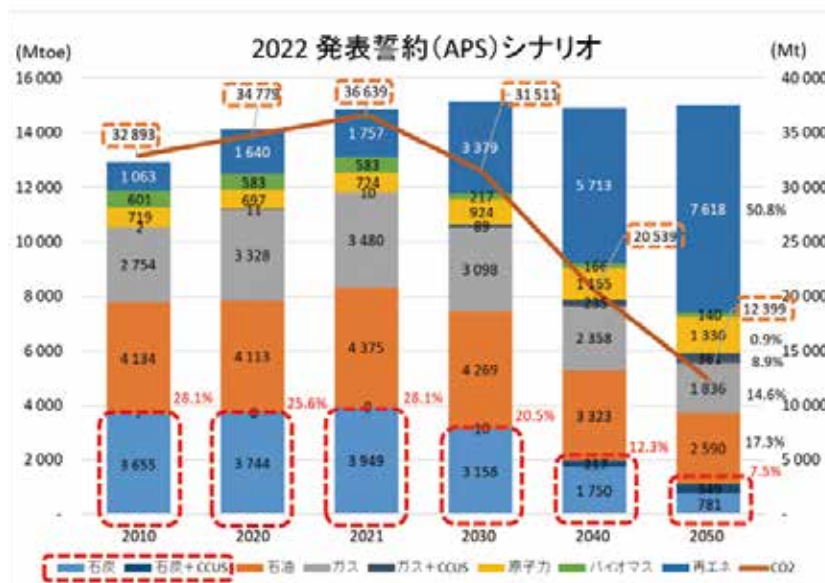


図 1-①. IEA 発表誓約シナリオ (APS) における CO₂ 排出量と世界の資源別エネルギー需給見通し
出典：IEA2022 を参考に JCOAL 作成

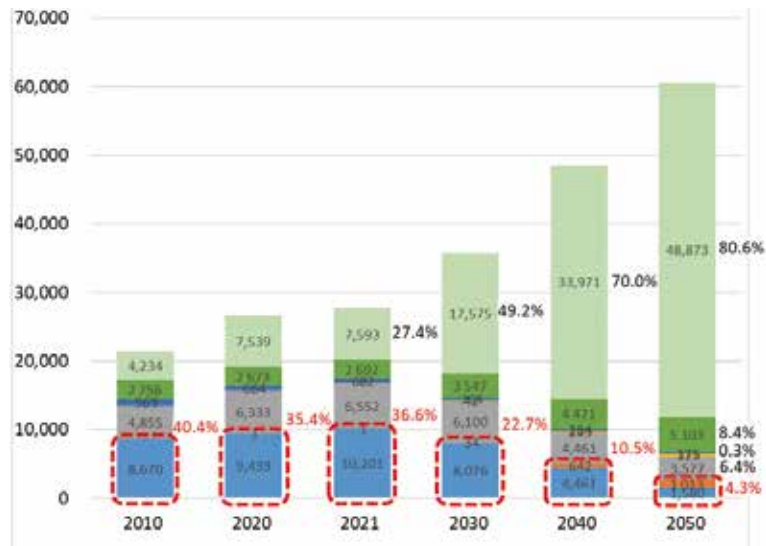


図 1-②. IEA 発表誓約シナリオ (APS) における世界の電源別電力需給見通し
出典：IEA2022 を参考に JCOAL 作成

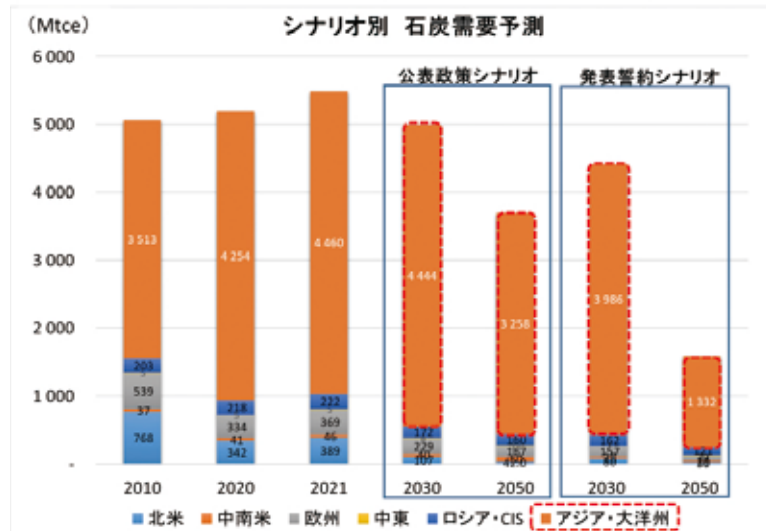


図 1-③. シナリオ別世界の石炭需給見通し
出典：IEA2022 を参考に JCOAL 作成

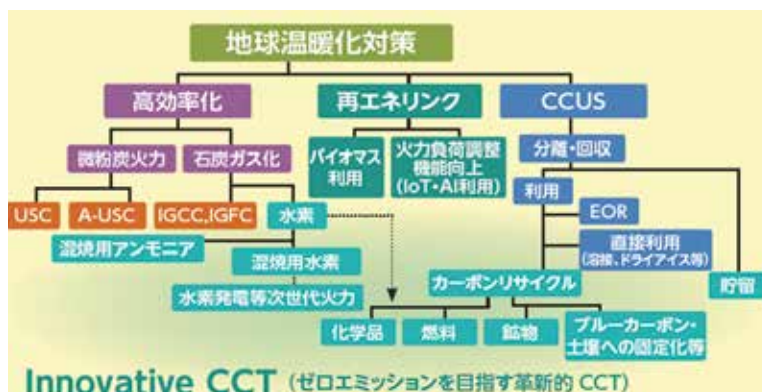


図 2. 革新的クリーン・コール・テクノロジー (CCT) の体系
出典：JCOAL 作成

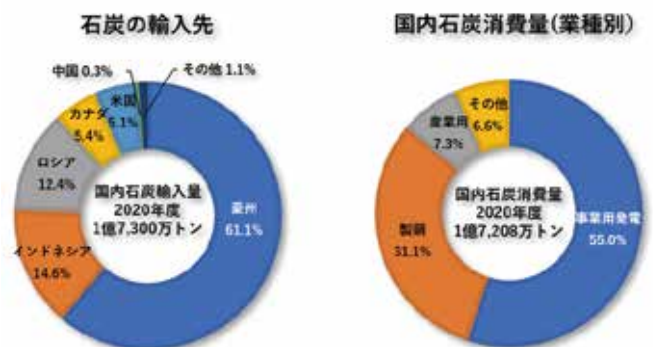


図 3. 日本の石炭供給の動向
出典：財務省貿易統計、資源エネルギー庁 総合エネルギー統計を基に JCOAL 作成

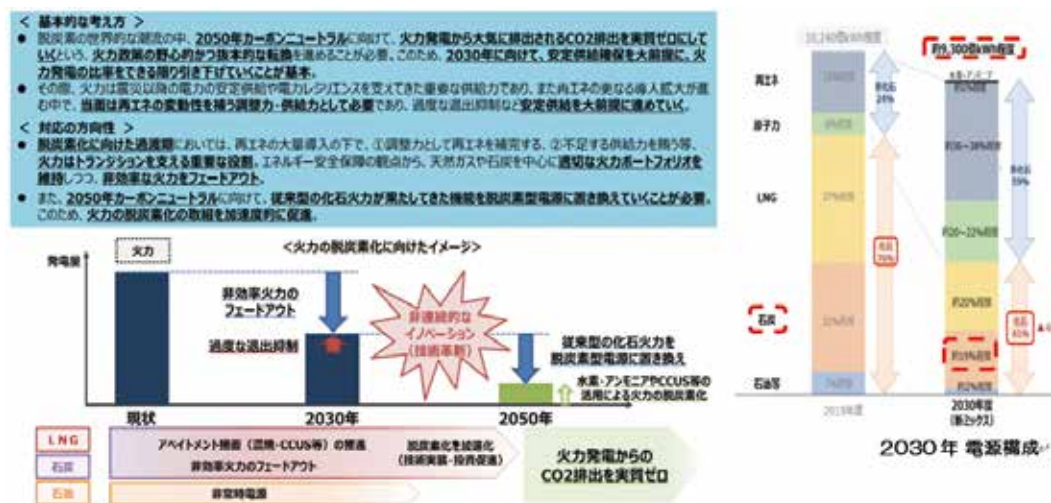


図4. 火力発電の役割と石炭火力の電源構成比

出典：経済産業省 資源エネルギー庁第6次エネルギー基本計画（2021年10月）

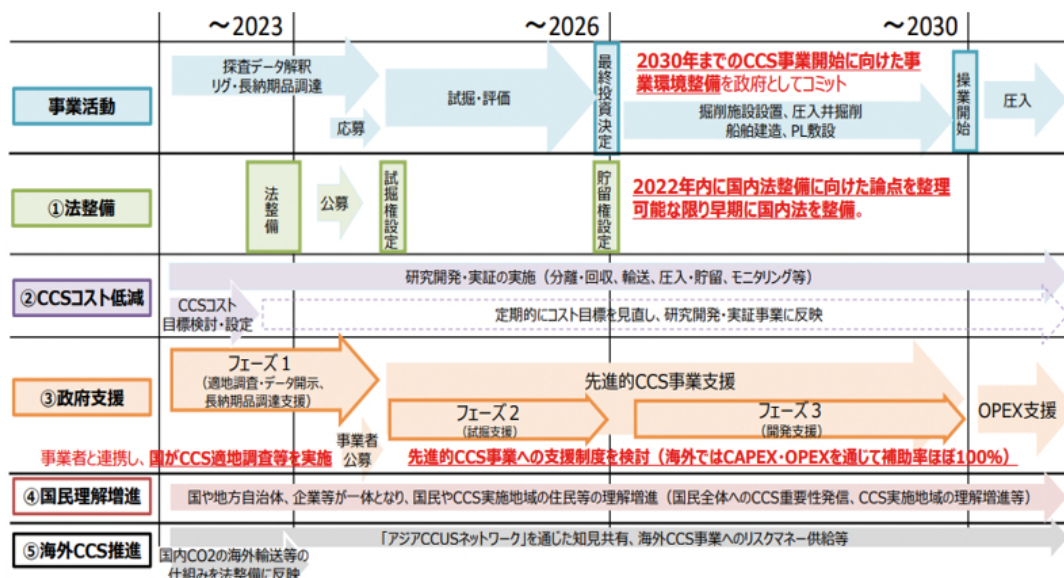


図5. CCS 長期ロードマップ

出典：経済産業省 CCS 長期ロードマップ（2022年9月）

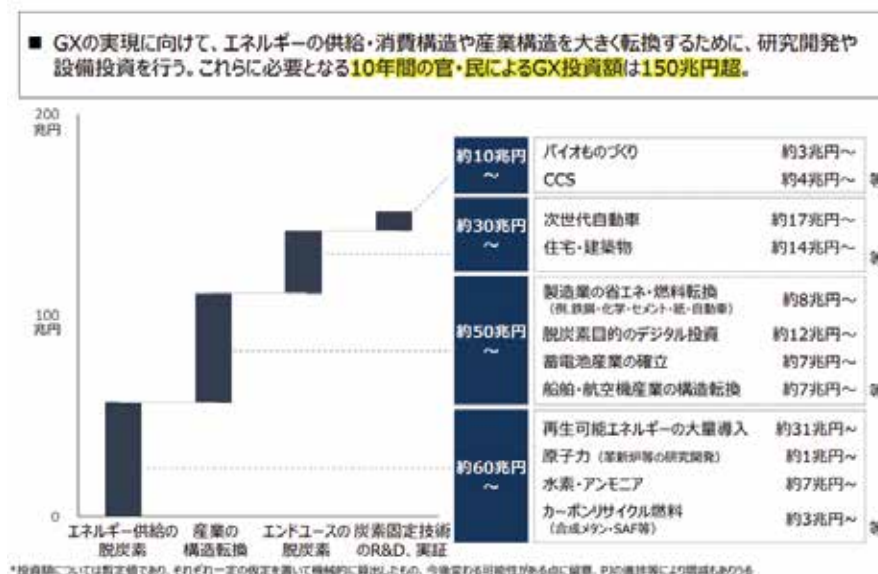


図6. GX 投資の主な施策 (GX を実現するための政府イニシアティブ資料)

出典：内閣官房 第3回 GX 実行会議（2022年10月）

2022 年度カーボンリサイクル・火力発電の脱炭素化技術等の普及促進事業 二国間及び多国間技術交流実施報告

国際事業部 村上一幸、藤田 俊子、山田 文子

1. はじめに

本事業は、2022 年度 NEDO 委託「カーボンリサイクル・火力発電の脱炭素化技術等国際協力事業 / カーボンリサイクル・火力発電の脱炭素化技術等に係る普及促進事業 / カーボンリサイクル・火力発電の脱炭素化技術等の普及促進事業」のもと、2022 年度、対象となる国や地域とのネットワークの形成、強化に資する技術交流や必要な調査等の取組を実施し、当該国や地域におけるエネルギー政策や気候変動対策を踏まえた CO₂ 排出量削減及び環境負荷低減への貢献を目指すものである。

そのような事業目的に沿い、エネルギー分野に係る人的ネットワークの形成・強化及び本邦技術の優位性の効果的な情報発信を目的として、各国専門家・発電事業関係者・政策立案者等を対象とした二国間の技術交流及び東南アジアの複数国を対象としたセミナーを本年度下期に計画・立案・準備・運営管理を実施した。



対象国としては、インド、中国、インドネシア、ベトナムの 4 か国との二国間技術交流、また、東南アジアの 5 か国（フィリピン、マレーシア、ベトナム、インドネシア、タイ）を対象とした東南アジア・リージョナル HELE（※ HELE とは High Efficiency and Low Emission Technology を指す）セミナーを実施した。各交流の状況を報告する。

2. インド招聘技術交流及びワークショップ

(1) 実施背景

インド政府は電力セクターにおいて、以下の 3 課題に継続的に取り組みを進めて来た。

- ・新環境規制（2018 年 12 月発効）に対応する環境調和型技術、環境対応
- ・再エネ開発・大規模導入に伴い急務となっている系統安定のための石炭火力による負荷調整

- ・悪化するデリー首都圏の大気汚染対策としてのバイオマス混焼

今次オンライン招聘は、以上の継続課題に加え、2070 年にカーボンニュートラルを目指すインドが戦略的に取り組みを始めているアンモニア混焼、水素利用、CCUS 等諸分野もトピックとし、開催された。

(2) インド招聘技術交流（オンライン）

- ・時期：2022 年 10 月 31 日～ 11 月 2 日
- ・参加者：電力省、中央電力庁、NTPC、州電力より 24 名
- ・日本側：NEDO、三菱重工、中外テクノス、東芝エネルギーシステムズ、トロムソ、IHI、JCOAL

1. プログラム

10 月 31 日（1 日目）キックオフ、企業訪問

- ・三菱重工：アンモニア混焼、バイオマス混焼、エネルギー蓄熱システム、AQCS、CCUS
- ・中外テクノス：FGD、SCR ユニット立上試験、省エネ診断

11 月 1 日（2 日目）企業訪問

- ・東芝エネルギーシステムズ：IoT、水素、CCUS
- ・トロムソ：もみ殻利用技術、バイオマス利用

11 月 2 日（3 日目）企業訪問、ラップアップ

- ・IHI：燃料アンモニア関連技術、バイオマス利用技術、カーボンニュートラル関連技術



オンライン討議の様子

2. 議論概要

参加者関心事項を軸にしながらの自己紹介と意見交換、ラウンドアップ会議では、CEA による電力セクターの直近の動向紹介及び参加者から振り返り及び今後の抱負、招聘プログラムへの要望等の発言、各社からの挨拶と抱負の発言機会があった。参加者の関心事項は、インドのエネルギー・電力状況を反映し、石炭火力の効率維持と環境対応、負荷調整、バイオマス混焼への関心が高かった。一方、前回、NEDO CR・先進火力事業の下での実施の際には、NTPC 以外の参加者のアンモニア混焼、水素利用等への関心は薄い様子であったが、今回は全く異なる様相を呈し、NTPC にリードされつつも、CEA、DVC（国・州による合弁国策開発公社）及び州電力関係者が熱心に質問、意見を述べる様子が見られた。

3. 招聘技術交流の成果概要

インド政府及び電力各社は、再エネ導入と平行し、バイオマス混焼のサプライチェーンの確保、確立、負荷調整、環境対応の取り組みも緩めることなく取り組みを継続しており、問題意識も強く持っている。このため、今般各企業が最大限の努力で複数トピックスを対象とし技術紹介を行ったことに非常に高い評価を得た。これまで紹介されて来た技術とは異なり、脱炭素化に大きく貢献する技術及び脱炭素化の道筋は、日本を含む先進国にとってもまだ模索中である。そのことをある程度正直に共有しつつ議論していくことが、前項と同様、相互の信頼感を高める結果につながると考えられる。

(3)CEA-JCOAL ワークショップ

関連政府等機関ハイレベル及びより広汎な関係者の参加を得、前項の招聘と共通するトピックを対象とするワークショップを計画、2023 年 1 月 13 日にデリーで開催した。前日には NEDO と JCOAL で電力省（MoP）、中央電力庁（CEA）、NTPC、石炭省を表敬訪問し、CEA-JCOAL 間の MoU の下で実施されている協力事業や直近の課題について意見交換した。



表敬訪問の様子（左中央電力庁、右電力省）

1. ワークショッププログラム

- ・開会セッション：MoP、METI、CEA、NEDO、NTPC、JCOAL
- ・セッションⅠ協力活動成果：CEA、JCOAL
- ・セッションⅡ環境対応：CEA、NTPC、CESC、CLP、中外テクノス、IHI、MHI、トロムソ
- ・セッションⅢ負荷調整：CEA、NTPC、DVC、GSECL、東芝 JSW、MHI
- ・セッションⅣ脱炭素・水素利用：CEA、NTPC、IHI、東芝 JSW



ワークショップ講演者

2. 議論概要

各セッションともトピックが多い上、それぞれの講演内容が濃く、結果として質疑応答の時間を十分に確保できなかったのが反省点である。しかしながら、日本からの紹介技術に対する関心が非常に高いことは確認できた。また毎回のことであるが、各セッションともインド側参加者から政府や電力会社に向けた質問・コメントも多く、本ワークショップがインド電力セクター関係機関での最新状況共有にも役割を果たしていることがうかがえる。環境対応や負荷調整は州によって大きく状況も異なることから、脱炭素へ向かう技術と並び現状課題をテーマとすることは、当面必要であると考えられる。

3. ワークショップの成果概要

今回は取り扱う対象分野を増やしたこと、初のハイブリッド開催であったことから、CEA の了解を得た上で開始時間を早めにしていただいていたが、種々の時間的制約により、各講演時間枠を短縮せざるを得なくなり、また本ワークショップを十分に双方向的にするために比較的余裕を以て設定している質疑も短くすることになった。しかしながら、全般として、個別講演及びトピックスへの関心の高さ及び終了後の個別のコンタクトを希望する声が多かった等、短期的にも成果が感じられる開催結果となった。

また、実開催により、NEDO 統括主幹及び JCOAL 理事長による関係機関ハイレベル関係者への表敬訪問が実現した。特に NTPC 会長、石炭省局長への表敬訪問は初めてであったが、貴重な情報収集及びネットワーク構築につながる有意義な意見交換ができた。

3. 中国との技術交流会及び日中共同委員会

2020 年 9 月、習近平国家主席は 2030 年までのカーボンピークアウト及び 2060 年までのカーボンニュートラル実現を目指すいわゆる「ダブルカーボン」目標を宣言した。この目標に向けて発電分野で再生可能エネルギー開発が進み、石炭火力発電の発電容量比率は 2021 年の 54.5% から 2022 年には 43.8% に減少した。それでも石炭火力は 2022 年末時点で 1,330TW の設備容量を維持、発電量ベースでは全電源の 60% 以上の電力需要を賄っている。2023 年 2 月時点で 69,400TWh の電力需要を抱える中国では、短期間に石炭火力をフェーズアウトすることは現実的で

はなく、低排出燃料の活用等により石炭火力から排出される二酸化炭素排出を低減させ、再生可能エネルギー由来の発電のバックアップとしての調整力を増加させること、また、排出される二酸化炭素を有効に活用、貯蔵していく技術を取り入れていくこと等が必要とされている。

一方、水素製造や CCS/CCUS 技術の開発・導入では日本よりも積極的な一面も見られる。水素製造は 2030 年の製造目標を 3,720 万トンに設けている。CCS は 58 か所が稼働しており、CO₂ 回収能力は 400 万トン/年、貯留能力は 200 万トン/年を超えていると言われている。加えて、全国炭素排出権取引市場も開設されており、電力各社が参加している。

日本と共通の課題を持ち、一部には日本よりも積極的な脱炭素投資が行われており、日本が参考にすべき点も少なくはない。そのような認識の下で、日中間の意見交換や技術紹介を継続することは大きな意義を持つ。

本年度は、2022 年 12 月 12 日に日中技術交流会を、2023 年 2 月 10 日に日中共同委員会を、オンライン形式で開催した。以下にそれぞれの概要を記す。

(1) 日中技術交流会 (オンライン)

実施日：2022 年 12 月 12 日

参加者：

日本側：NEDO、JCOAL、三菱重工、堀場製作所、東芝三菱電機産業システム

中国側：中国電力企業連合会、華電電力科学研究院、華電科工集団、北京大興国際商業サービス他

1) 冒頭挨拶

- CO₂ 排出削減、カーボンニュートラル達成実現に向け、移行期間における石炭火力の果たすべき役割やクリーンコールテクノロジーの更なる進化、カーボンリサイクル技術の活用等今後の道筋について議論が必要。
- 中国はカーボンニュートラル達成実現のため、石炭火力発電所に対して「三改連動」やアップグレードの実施が行われ炭素排出権取引市場も開始されている。

2) 三菱重工

火力発電所向け湿式排煙脱硫装置の排水をプラント排ガス熱源と接触させることで効率的で且つ安価に無排水化する Wastewater Spray Dryer 技術を紹介。

3) 華電電力科学研究院

脱硝システム、脱硫システム及び除塵システムの省エネ・消費削減技術を紹介。

4) 東芝三菱電機産業システム

水素製造用自励式整流器及び水素製造（水電解）・貯蔵、供給の全工程の研究開発を紹介。

5) 中国華電科工集団

脱硫脱硝設備の高度化及びビッグデータを駆使した環境対策のスマート化（AI 制御による運転最適化、エネルギー効率最適化、保守管理の効率化）を紹介。

6) 堀場製作所

水素中の不純物の計測、脱硝行程におけるリークアンモニアの計測及び灰中未燃物の測定技術を紹介。

7) 北京大興国際商業サービス

中国国家発展改革委員会が設立を認可した日中イノベーション協力モデルパークを紹介。

8) JCOAL

A: 石炭灰有効利用技術及び CR 技術：CO₂ の鉱物化及び炭酸塩化に絡んだ取り組み事例を紹介。



B: 負荷変動対応技術及び系統負荷変動予測：石炭火力での負荷変化率の向上に通じる石炭燃焼特性の向上及び微粉炭の供給特性の向上、蒸気温度の制御性向上等を紹介。



オンライン技術交流会日本側会場の様子

(2) 日中共同委員会 (ハイブリット)

実施日：2023 年 2 月 10 日

委員：

日本側：委員長（塚本／JCOAL 理事長）METI、NEDO、電気事業連合会、日本電機工業会

中国側：委員長（楊／中国電力企業連合会常務副理事長）国家能源局、電力規格設計総院、中国機械工業連合会、西安熱工研究院

議論概要：

- 日中双方の政府代表による開催挨拶の後、各委員よりエネルギーの安定供給確保とカーボンニュートラル達成に向けた現状の取組みと今後の日中共同委員会活動への期待感が示された。
- 日中双方ともに石炭を有力なエネルギー資源のひとつとして活用しながらも排出を低減させていく技術が必要との認識で一致しており、特に中国側からは省エネ・炭素削減技術開発、熱供給技術開発、負荷変動対応技術を主要ミッションとして取り組んでいる中で以下の分野での交流促進への期待が表明された。

- ①先進的なエネルギー技術と省エネ・炭素排出削減システムをめぐって、高効率・低コストの新エネルギー発電技術、省エネ・消費削減、CCUS、脱炭素などの分野での技術交流を展開し、経済効果やモデル効果の高いグリーンエネルギー実証プロジェクトを共同開発。
- ②石炭火力のクリーンで効率的な利用と柔軟性改造。新エネルギー電力の利用、電力システムの柔軟性を向上させるために、石炭火力のクリーンで効率的な利用を促す技術分野での交流を強化し、積極的に協力を深化。
- ③発電所の廃水処理と利用の高度化に関する研究。発電所の特徴に基づいた廃水処理技術プロセスを作成し、処理技術向上、排出コスト削、再資源化利用及びゼロ排出を実現。



日本側会場の様子

本委員会事務局間では、日中両国にとって相互利益がもたらされる領域を整理しながら 2023 年度の活動方針を絞り込んでいく方針を確認した。

4. インドネシア招聘技術交流（オンライン）

(1) 実施背景

インドネシアとの間では、エネルギー・鉱物資源省電力総局（Directorate of Electricity, Ministry of Energy and Mineral Resources）をカウンターパート機関とし、2020 年度以降毎年オンライン招聘を実施してきた。2022 年度には、同総局の要請に応え、全体のテーマをエネルギー移行とし、次の通り、対象分野をエネルギー移行期の普及利用が大きく期待される新エネルギー技術にまで拡大した。

- 1) 環境技術 2) バイオマス混焼 3) 負荷調整 4) 石炭灰
- 5) 水素・アンモニア利用 6) 産業分野のカーボンリサイクル

(2) 実施概要

- ・ 時期：2023 年 2 月 15、16 日
- ・ 参加者：
 - インドネシア側：MEMR（電力総局、新エネ再エネ総局等）、環境省、PLN、Indonesia Power、PJB、IPP 協会等電力会社、関係団体 33 名

日本側：NEDO、JOGMEC（オブザーバー）JCOAL、IHI、住友重工、東芝、三菱重工



オンライン参加者と意見交換の様子

1) キックオフ

MEMR、NEDO、JCOAL による開会挨拶に続き、参加者が自己紹介と本プログラムにおける関心事項を最初に表明した。多くの参加者が、CO₂ 排出削減策、石炭火力発電所のリタイアを進めなければならない状況下でのインフラの最適化、アンモニア混焼、水素利用等に関心を示した。

2) 三菱重工

三菱重工から 6 名の講演者が技術分野ごとに交代で説明。質疑のあった事項は次のとおり。

- ・ アンモニアの調達ルート及びアンモニア製造原料（グリーン / ブルー / グレー）
- ・ 石炭火力でのバイオマスの最大混焼可能率
- ・ 微粉炭火力→バイオマス専焼の可能性、技術的課題
- ・ バイオマス由来のアルカリ分によるボイラへの影響
- ・ FGD の下流への SCR 設置可能性
- ・ FGD アップグレード

3) 住友重工

住友重工からは CFBC によるバイオマス混焼や液化空気貯蔵に関する講演について質疑応答を行った。質疑のあった事項は次のとおり。

- ・ 燃料転換の際の追加コスト
- ・ 単位発電量あたりの燃料転換コスト
- ・ 液化空気貯蔵（LAES）に関する技術詳細。有機物でなく液体空気を使う利点

4) JCOAL

JCOAL より石炭灰有効利用に関する講演を行った後、質疑を行った。質疑のあった事項は次のとおり。

- ・ 石炭灰利用や炭酸塩化による CO₂ 固定（削減策）に対する日本政府の支援
- ・ インドネシアの石炭灰利用ポテンシャル（現在有効利用率 60-70%）
- ・ ボトムアッシュの用途
- ・ アンモニア混焼、CCUS のインドネシアでの導入見込時期

5) 東芝

東芝では水素利用や CO₂ 分離回収等の講演を行った。質疑のあった事項は次のとおり。

- ・ 水素ハンドリング、保管時の液体、気体それぞれのメリット
- ・ 水素製造の製造コスト
- ・ 二酸化炭素回収プロセスにおけるエネルギー負荷最適化
- ・ CCS プラントでの SO_x、NO_x 制御

6) IHI

IHI からはアンモニア混焼を中心に、バイオマス混焼等火力発電の脱炭素化技術について講演を行った。質疑のあった事項は次のとおり。

- ・石炭火力でのアンモニア混焼検討状況
- ・アンモニア利用に関する研究開発対象課題
- ・アンモニアバリューチェーンへの IHI の関わり
- ・アンモニアを現在の産業向け利用から発電へ利用拡大するにあたっての貯蔵をめぐる課題
- ・バイオマス混焼で EFB 利用の場合のカリウム対策
- ・バイオマス混焼の際の添加剤利用

(3) 成果概要

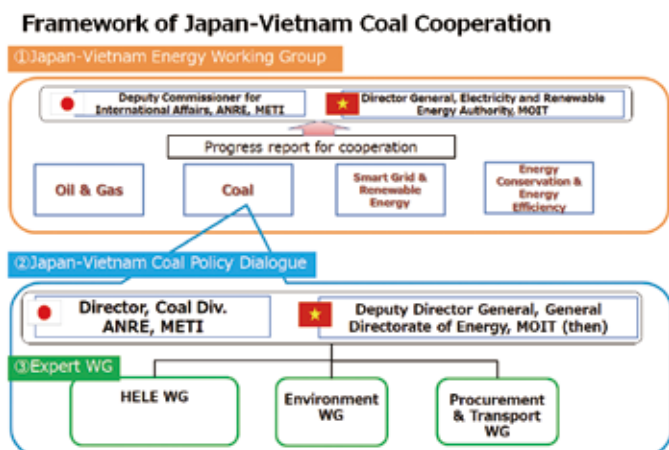
企業別のセッションでは、実訪問と同じ環境を設定、当該企業と参加者一行との議論、対話を十分に時間を取って行うことができた。いずれのセッションにおいても最新の関連技術とインドネシアの状況への適用可能性が丁寧に説明された。さらに、参加者も、すでに取り組みに従事もしくは政策策定関係者から人選がされていたため、質疑では、一定の知見を基に、具体的な技術仕様を挙げて質問する様子が目立った。公式の国際会議では、石炭火力は”廃止を進める設備”として排ガスの問題、石炭火力による負荷調整運転による系統安定への貢献可能性等は議論されづらい傾向にある。しかしながら、他の多くの ASEAN 諸国と同様、インドネシアも現時点では、石炭火力発電の比率が高く、本招聘では、排ガス、石炭灰、石炭火力での負荷調整についても実情に即した議論ができたため、参加者の満足度は高かったと思われる。

次年度の活動及び関連事項の検討において、今回の参加者とのネットワークを活用、強化していくことが可能と考える。

5. ベトナム：第 6 回日越石炭政策対話専門家 WG

(1) 背景

ベトナム商工省 (Ministry of Industry and Trade, MOIT) と経済産業省は、日越石炭政策対話において、ベトナム電力分野の課題を両国の専門家が解決のための具体的な協力について議論するワーキングを定期的に開催している。WG 構成は、ベトナム側の関心が高い HELE (High Efficiency and Low Emissions)、環境、石炭調達・輸送の 3 課題としている。



日越政策対話専門家 WG の枠組 (出典：METI)

2022 年度は、ベトナム電力公社 (EVN) 視察来日の機会をとりえて、3 年ぶりに日本で対面形式の WG 会議として開催した。



来日 EVN メンバー (企業訪問時)

(2) 実施概要

- ・日時：2023 年 3 月 6 日
- ・参加者：
 - ベトナム：EVN 技術部 Anh 副部長以下全 9 名
 - 日本：NEDO、JCOAL、JERA (HELEWG)、J-POWER、全 11 名
- ・議題：HELE、環境、石炭調達・輸送各 WG での話題提供及び今後の二国間協力案件の検討



会場の様子

1. HELE WG

JERA よりアンモニア混焼、EVN より最新電力状況及び今後の脱炭素化について話題提供があり、質疑応答と意見交換を行った。その結果、① EVN におけるアンモニア混焼の適用性調査について両者で継続検討すること、② 日本の発電所建設の承認プロセスの情報提供、の 2 点を今後の活動として合意した。

2. 環境 WG

EVN より環境対応の課題、J-POWER より日本での発電所の環境対応方法について話題提供があり、質疑応答と意見交換を行った。その結果、① EVN から要望のあった GHG 削減、削減ロードマップ策定支援、残存 PCB 処理対応等について、日本側で関係者に相談し回答すること、② 日本の PCB 処理の実際、CO₂ 排出インベントリの実施について電力会社からの情報提供、の 2 点を今後の活動として合意した。

3. 石炭調達・輸送 WG

JCOAL より発電所における石炭評価、ハンドリング、運用に影響する石炭性状について話題提供をし、質疑応答と意見交換を行った。その結果、① EVN からの要望である性状の異

なる石炭をブレンドする際の最適運転にかかる支援について、日本側で関係者に相談し回答することを今後の活動として合意した。

(3) 成果概要

今次専門家 WG は 3 年ぶりの実開催となり、EVN 来日とのタイミングを合わせて効率的に実施することができた。また各 WG でも日越双方からの話題提供とともに実質的な議論ができた。



WG 終了後の日本ベトナム代表

本 WG の議論に基づいて、今後ベトナムにおける低炭素化技術導入促進の協力がさらに具体化されることを期待する。

6. 第 4 回東南アジア・リージョナル HELE セミナー (オンライン)

東南アジアにおいて我が国技術の導入可能性が高い国 (フィリピン、インドネシア、ミャンマー、ベトナム、タイ) から政府や電力の関係者を招聘し、既に導入された本邦技術を視察し、意見交換を行う本セミナーは、本年度で第 4 回目を迎え、3 月 1 日～2 日にかけてコロナ禍の中、本日もオンラインで実施した。尚、オンラインでの開催にせざるを得なかった第 2 回・第 3 回セミナーではプレゼンテーション主導であったが、今回は、遠隔ではあるが視察による意見交換を主として開催することとした。

また、脱炭素化の動きが活発になりつつあるシンガポールやカンボジア、ラオス、ブルネイにも参加の声掛けをし、石炭を使わざるを得ないエリアの国としての現時点でのネットゼロへの政策や技術の動きにつき、互いに情報や課題の共有を図った。

参考までに、最新の AEO7 に記載されている東南アジア各国のネットゼロターゲットは下表の通りである。

Country	Official Emissions Target
Bruni Darusalam	- Reduce GHG emissions by at least 10% through better supply and demand management of electricity consumption by 2035 - Reach net zero emissions by 2050
Cambodia	- Reduce GHG emissions by 42% or 64.5 MtCO₂-eq by 2030 from the BAU level - Reach carbon neutral by 2050
Indonesia	- Reduce GHG emissions by 29% by 2030 from the BAU level - Reach net zero emissions by 2060 or soon
Lao PDR	60% GHG emission reductions compared to the baseline scenario, or around 82,000 MtCO₂-eq in absolute terms - Reach net zero emissions by 2050 conditionally
Malaysia	- Reduce its economy-wide carbon intensity (against GDP) by 45% in 2030 compared to the 2005 level - Reach carbon neutral by 2050
Myanmar	- Reduce emissions by 244.52 MtCO₂-eq - Reach carbon neutral by 2050
Philippines	Reduce and avoid GHG emissions by 75% (or 3,340.3 MtCO₂-eq) from BAU, of which 2.71% is unconditional and 72.29% are conditional
Singapore	- Achieve peak emissions at 65 MtCO₂-eq around 2030 - Reach net zero emission by or around mid-century
Thailand	- Reduce GHG emissions by 20% by 2030 from BAU, of which 117.6 MtCO₂-eq from the energy sector - Aim to reach carbon neutrality by 2050 and net zero emissions by 2065
Vietnam	- Reduce GHG emissions by 8% unconditional by 2030, compared to the BAU scenario - Reach net zero emissions by 2050

Source: Multiple Official Documents

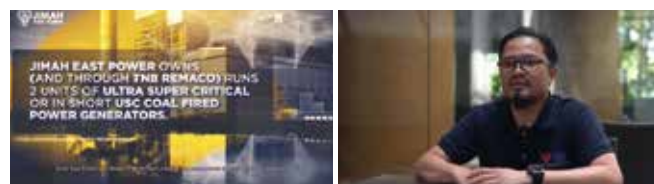
目 アジア各国 (AMS) 内公表されている脱炭素化目標 出典: AEO7

具体的に、本年度第 4 回目の内容を報告する。

- (1) 名称: 第 4 回東南アジア・リージョナル HELE セミナー
- (2) 日程: 2023 年 3 月 1 日 (水) ~ 2 日 (木)
- (3) テーマ: Net Zero への道を求めて～脱炭素化技術の導入への道
- (4) 主催: NEDO、JCOAL
- (5) 参加形態: 事前登録制によるクロードセミナー
- (6) 参加者:
 - 東南アジア各国政府・電力会社
 - フィリピン、インドネシア、マレーシア、ベトナム、タイ
 - カンボジア、ラオス、シンガポール、ブルネイ
 - 東南アジア関係国際機関
 - ERIA (東アジア・アセアン経済研究センター)
 - ACE (アセアンエネルギーセンター)
 - 日本/経済産業省、NEDO、JCOAL、日本企業 (遠隔視察技術提示企業)
- (7) プログラム (日本時間にて掲載)

DAY 1 3 月 1 日 (水) 遠隔視察 (A) (B)

- 12:00 Brief Introduction
- 12:20 ショートブレイク
- 12:30 セッション 1 遠隔視察 (質疑応答含)
- 12:30-14:00 遠隔視察 (A)
 - マレーシア/ジマイースト石炭火力発電所 (USC 等技術)
 - 映像等提供企業: TNB Power Generation、Jimah East Power、中国電力、IHI、東芝エネルギーシステムズ



発電所長を交えての発電所映像

14:00-14:40 昼休憩

14:40-16:10 遠隔視察 (B)

三菱重工／ネットゼロ技術 (バイオマス / アンモニア混焼、水素、CCUS 他)

映像等提供企業：三菱重工、三菱重工エンジニアリング



三菱重工技術紹介映像

16:10 本日の纏め・翌日の内容案内

DAY 2 3月2日(木)遠隔視察 (C) (D)、ラップアップ

11:00 2日目開会 (含 1 日目レビュー)

11:00 セッション 1' 遠隔視察 (質疑応答含)

11:00-12:30 視察 (C) IHI / アンモニア混焼

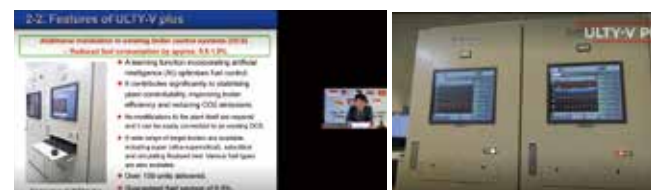
映像等提供企業：IHI



IHI 技術等紹介映像

12:30-14:00 視察 (D) 出光興産 / ULTY V-PLUS による
燃焼効率向上

映像等提供企業：出光興産、郵船出光グリーンソリューションズ



郵船出光グリーンソリューションからのプレゼン及び設備紹介映像

14:00-14:40 昼休憩 (日本における CR 技術開発映像配信)

14:40 セッション 2 Wrap-Up ディスカッション

(1) 14:40-14:45 第4回セミナー全体概要レビュー JCOAL

(2) 14:45-16:35 各国最新動向 (政策面、技術面)

(A) インドネシア

エネルギー鉱物資源省 (MEMR)

国営電力会社 (PT PLN)

(B) フィリピン

エネルギー省 (DOE)

ケゾンパワー (Quezon Power)

(C) マレーシア

天然資源環境気候変動省 (NRECC)

テナガ電力公社 (TNB PowerGenCo)

(D) タイ

エネルギー省 (MOE)

国営電力公社 (EGAT)

(E) ベトナム

商工省 (MOIT)

ベトナム電力公社 (EVN)

(3) 16:35-17:45 キーディスカッション

① 16:35-16:45 コメンテーターコメント

東アジア・アセアン研究センター (ERIA)

上級エネルギー分析官 Dr. Han Phoumin



ASEAN エネルギーセンター (ACE)

電力・化石燃料・代替エネルギー貯蔵部

部長 Mr. Beni Suryadi



② 16:45-17:45 キーディスカッション

キーノート J-POWER

J-POWER のカーボンニュートラルに向けた取組



J-POWER 火力エネルギー部外村部長

キーディスカッション



17:45 閉会 (NEDO、JCOAL 総括)



NEDO 環境部鈴木統括主幹によるセミナー総括



JCOAL 塚本理事長によるセミナー最終総括

(8) 実施しての所感

本年度で4回を迎える本セミナーは、初めてタイからの参加を得、対象国を5か国に拡大し実施した。タイは、今回初めて参加頂き、政府はもとよりタイ王国発電公社 (EGAT) から多くの参加を得たことは一つの成果であった。なお、事前に本セミナーを開催するにあたり、タイを含め東南アジアの政府及び電力会社にセミナーへの意見徴収に伺い、各国からさまざまな具体的な意見を得たことにより、より効果的なセミナー内容とすることができた。このことは今後にも反映していきたい。

また、対象5か国以外のラオス、カンボジア、シンガポール、ブルネイにも ACE 協力のもと呼びかけを行い、結果、カンボジア政府からの参加を得ることができた。カンボジアは石炭火力を使用している東南アジアの国の一つであり、火力発電の脱炭素化への関心が高いことが伺えた。

本セミナーのコメントーターとして協力頂いた ASEAN の関連機関である ACE から多くの参加を得、大変活発な議論の展開を致すことができた。

7. まとめ

2022 年度のこれら二国間技術交流事業や多国間技術交流事業 (東南アジア・リージョナル HELE セミナー) を通して、各国政府や電力会社のキーパーソンとのネットワーク強化に努めることができた。特に、事前に関係各国を訪問し、コロナ禍でネットワーク関係が薄くなっていた関係国 (含電力会社) とは、面着で意見交換することにより、関係回復及び強化をすることができた。このことは、今後の様々な活動へ効果的に反映できるものと確信する。

また、それぞれの国との交流事業は、今後の活動の足掛かりとして実施することができた。今後も本邦技術の普及促進のための活動を本邦企業とともに進めてまいりたい。



セミナー後の集合写真

令和4年度 事業報告会開催報告

総務部 広報室 大島 翔

2023年2月1日（水）に一般財団法人石炭フロンティア機構（2023年4月1日に「一般財団法人カーボンフロンティア機構」へ名称変更）の令和4年度事業報告会が経団連会館にて開催された。会場には当機構の会員をはじめ、多くの関係者が出席し（図1）、オンラインからの参加も多く、全体で約160の参加があった。



図1 令和4年度事業報告会 会場内様子

1. 会長挨拶

事業報告会にあたり、会長北村（代読：副会長 花本雄三）より挨拶があり、ロシア・ウクライナ情勢、石炭の重要性、そして、エネルギー安定供給の重要性について触れ、この中で「石炭、天然ガス、石油と張り合うのではなく、化石燃料は皆、炭素資源として気候変動対策とエネルギー安定供給という役割が求められる」と述べた。また、当機構は石炭からの炭素資源を意識していくことを強調し、名称変更について、現在内部関係者と議論していると述べた。

2. 特別講演

特別公演では、経済産業省資源エネルギー庁／羽田様より、「カーボンリサイクル政策について」ご講演いただいた。講演の



副会長 花本 雄三



経済産業省 資源エネルギー庁
官房長官 カーボンリサイクル室長／
資源・燃料部 石炭課長
羽田 由美子 様



専務理事・事務局長
橋口 昌道



理事長 塚本 修

冒頭で、エネルギーに係る非常に大きな変動のある一年であったこと、また、経済産業省石炭課内の組織変更に係るプレスリリースしたことを説明した。組織変更の背景には、「脱炭素やGXの流れの中でいかに資源の安定供給を確保していくか、またこれを産業の活力としてどのようにつなげていくか、大きな課題を見据えた中での組織変更である」とのご説明があった。その他にも石炭供給に求められる各国との連携が今後、重要になると強調した。

3. 事業報告

専務理事・事務局長橋口より、本年度事業報告の全体概要について報告した。当機構の沿革から現在の組織体制、そしてカーボンリサイクル実証研究拠点事業（NEDO）、固体吸収剤による分離回収技術実証事業（環境省）について説明した。また会員企業とともに推進する当機構の活動において、ゼロエミッションに向けたフロンティアに挑戦していくこと、特にCCSの事業性やランジションの重要性を強調して提言活動を進めていくことを改めて示し、石炭科学を含めた石炭を取り巻く国内外の情報収集・発信に努めたい、と述べた。

その後、各部長から、これまでの事業取り組み状況と今後の展望について報告した。

4. 閉会挨拶

理事長塚本より、閉会の挨拶があった。その中で塚本は、「国内外を含め、カーボンニュートラルに向けた活動をどのように推進していくか、足元で社会実装していく事例を一つでも多く作っていくことが極めて大事である」と強調した。また、「JCOALも引き続き会員の皆様と取り組み、来年度の事業報告会で説明したい」と述べ、閉会の挨拶とした。

モンゴル厳冬期ゲル宿泊生活 ～ブリケット改良燃料パイロット事業実証燃焼試験～

資源開発部 遠藤 一、山下 栄二

1. 実施事業について

モンゴルで実施しているこの事業は、JICA から株式会社数理計画が受けており、弊機構は「石炭代替改良燃料評価」を担当し、ウランバートルの大気汚染削減に向けた改良燃料のパイロット事業を実施しているところである。

2. モンゴルの大気汚染の現状

モンゴルでは、首都ウランバートルを中心に、冬になると深刻な大気汚染が発生している。この汚染の主な原因は、家庭で暖房や調理に使う石炭の燃焼で、PM2.5、PM10、SO₂等の粒子状物質が大気中に放出され、また、マイナス40℃にもなる極寒の地では、汚染物質が地表近くに閉じ込められ、問題を悪化させている。この大気中の粒子状物質は、喘息や気管支炎などの呼吸器系の問題や、心臓病や脳卒中を引き起こす可能性があり、住民の健康に大きな影響を及ぼしている。

3. 改良燃料導入

モンゴル政府は、石炭（採掘した未加工の石炭：生炭あるいは生石炭と呼ばれる）燃焼の有害性を認識し、生石炭の使用を2019年5月に全面的に禁止した。代替燃料を製造するために国有企業のTTT社（タワトルゴイ・トゥルシュ社）を急遽設立し、改良燃料製造を開始した。この原料は、南ゴビ地域の炭鉱の選炭工場で、製品となる原料炭を生産する際に産出する2次産物の石炭で、2号炭あるいはミドリングと呼ばれている。このミドリングは、揮発分が少なく、生石炭に比較すると灰分が安定している特徴がある。

課題はモンゴルの大気汚染基準に対して、PMは生石炭に比べ改善されているがまだ高く、SO₂は数倍も高い点が挙げられる。

4. パイロット事業燃焼実証試験

4.1. 目的

2022年11月～2023年1月に実施した改良燃料パイロット事業では、今後の燃料改善に向けて、ミドリングとバイオマスを混合したバイオマス混合改良燃料（BCB：バイオコールブリケット）の効果を実証するために試験を実施した。また、燃焼試験室における燃焼試験と実際の利用環境に近いキャンプ場における燃焼試験

の大気汚染観測データの結果を分析し、改善効果に関係機関に報告し本格実施に向けた課題を抽出する目的もある。

4.2. バイオマス混合改良燃料（BCB）の原料

今回、新たに製造したBCBは、重量比でバイオマス10%、バインダー6%、水分15%で、残りは石炭（ミドリング）で、脱硫剤は国産のドロマイトを使用している。バイオマスは、民間の鉱山会社であるMAK社グループ会社の住宅用建材会社から「おが屑」「木くず」を無償提供していただき、-3mmに粉碎処理した。入手したバイオマスの写真を写真1に、TTT社工場で成型したBCBを写真2に示す。



写真1 バイオマス



写真2 BCB

4.3. BCB 製造

BCB原料の粉碎は、JICAが供与した日本製の粉碎機を使用した。バイオマスについては、降雨の影響で、かなり水分を含んでおり、天日乾燥後、粉碎を実施したが、投入スピードが速いと過負荷状況になり、水分の影響が大きいことがわかった。

4.4. 燃焼実証試験場所

パイロット事業を実施したテレルジ国立公園は、モンゴルの首都ウランバートルの北70kmに位置し、面積2,932km²の山や森に囲まれた地域である。

写真3、写真4にテレルジ国立公園のキャンプ場と観測車を示す。また、図1に示すゲル15棟を借り上げ、現在TTT社が住民に供給している改良燃料とBCBを燃焼させ、モンゴル大気汚染削減庁（DAAEP）の移動式大気測定車で風向、風速、PM、SO₂、COを測定した。備員により14棟のゲルでの燃焼試験及び燃焼試験準備等の付帯作業を実施、JCOALは2週間交代で1名がゲル1棟にて燃焼試験並びに現場管理を実施した。



写真3 キャンプ場



写真4 大気観測車



図1 ゲルキャンプ場のゲル配置図と使用ゲル

4.5. 試験結果要約

大気観測で得られたデータのうち、使用できるのは風が少なく、降雪が無いことが前提となる。それに加えて、外気温 $-25 \sim -40^{\circ}\text{C}$ の過酷な状況の中で、大気観測車と測定機器が安定して運転していることが条件となる。燃焼試験は合計 36 日実施したが、そのうち、採用出来た観測データは TTT 社改良燃料が 3 日分、BCB が 6 日分になった。BCB の大気測定結果については、脱硫剤の効果で、 SO_2 の削減が確認できた。大気中浮遊粉塵 (TSP) については、ウランバートル市の燃焼試験室での結果では 45% 削減できたのに対し、キャンプ場の燃焼試験では、TTT 社改良燃料と差がなかった。原因は製造時の乾燥機故障のため、高水分の BCB が保管期間中の凍結・解凍の繰り返しにより粉化したことによる TSP が増加したものと思われる。

5. ゲル宿泊生活

5.1. ゲルストーブ

燃焼時間を観測車の計測可能時間に合わせ、8:00 ~ 20:30 を中心に、着火+数回の追い焚きを 1 日に数回実施、15 棟のゲルで改良燃料を $20\text{kg} \sim 25\text{kg}/1 \text{ 日}$ ・ゲルを燃焼させた。ストーブは伝統的なゲルストーブ (Traditional stove) を使用した (写真 7)。実際に朝の灰出しから始まり、燃焼を繰り返すうちに、ゲルストーブの長所と短所が実感できたのは収穫の一つだった。

5.2. 食事

キャンプ場での生活の中で、食事面については料理人を雇い対応したが、当初の 3 週間は毎週料理人が変わり、確保するのに苦労した。料理は羊の肉が主であったが、現地人の骨付きの肉の食べ方は箸で魚を食べる日本人と似ていて、ナイフを使いなから見事なまでにきれいに食べていた。最終日の夕食はモンゴルでは最高のご馳走の一つであるゆでた羊の頭であった (写真 5)。写真 6 はそれにむさぼりつくように食べているモンゴル人である。確かに肉は柔らかく美味しかったのを覚えているが、我々は目をつぶって食べていた。



写真5 羊の頭3頭分



写真6 食事風景

5.3. トイレ

実証試験が -30°C 以下となる極寒期での実施となれば、早朝に歩いて屋外トイレ (写真 8) を使用するには相当の覚悟を持って臨む必要があった。そこで我々は日本で災害時用の簡易トイレを持参し、使用した。使用経験のある人は少ないと思うが、簡易トイレには固化材が入っていて消臭効果があるが、ここでは不要だった。即ち外は -30°C 以下なので、袋のまま外に置いておけば、瞬間冷凍してしまい全く問題無かった。



写真7 ゲルストーブ



写真8 キャンプ場のトイレ

5.4. その他

この実証事業の現場には我々日本人が 1 名、大気観測車担当者 1 名、作業員 4 名、緊急対応車両の運転手 1 名、通訳 1 名の合計 8 名が寝泊まりした。我々はもっぱら自分のゲルの燃焼管理と全体の状況管理であったが、その他の皆さんは結構忙しかった。特に作業員は外での作業も多く、 -30°C 以下の外では我々は 30 分位が限界であったが、さすがモンゴル人は数時間も外で黙々と作業をしていた。



写真9 作業風景



写真10 見物人は放牧の牛のみ

6. 終わりに

宿泊に使用したゲルは観光用の夏ゲルで、日本人が住めるのかとモンゴル人に当初心配されていたが、ゲルストーブを焚いている時の内部の上部温度は $+30^{\circ}\text{C}$ 位にもなり、外との差が 60°C 以上にもなったが何とか生活できた。問題だったのは朝起きて、ストーブの灰出し、燃料投入、着火、暖かくなるまでの約 30 分である。その頃の室内温度は 5°C 程度。

このパイロット事業の目的は極寒時のゲルストーブと BCB の組み合わせでの課題発掘と大気汚染濃度の比較が課題であったが、BCB の燃焼性は好評であったが、大気汚染濃度測定は機器の管理、風速等で問題が多く今後の課題となった。

モンゴル政府は既存燃料の改善に向け、毎年積極的に原資を投入してきており、JICA の技術協力プロジェクトである本事業が改良燃料改善の一助になれば幸いである。



米国ワイオミング州環境省事業に関わる実証試験設備「起工式」開催報告

技術開発部 鈴木 名穂子

2023年5月2日、初夏を感じる青空の下、米国ワイオミング州ジレット市に位置するDry Fork 石炭火力発電所に隣接するIntegrated Test Center (以下、ITC)において、環境省委託事業、環境配慮型CCUS一貫実証拠点・サプライチェーン構築事業委託業務(固体吸収剤による分離回収技術実証)実証試験設備起工式が、日米関係者約70人が参集するなか開催された。本起工式は、ITC敷地内で本事業同様今春から実証試験設備建設を開始する米国Membrane Technology & Research社、実証試験場を提供しているITCとの共催で実施された。

起工式では、まずワイオミング州Mark Gordon知事が、化石燃料資源に恵まれる同州での多岐にわたるCO₂削減の取組を念頭に、カーボンニュートラルの先にあるカーボンネガティブ達成を州として目指していることを述べられた。

続いて、日本側参加者として、在デンバー日本国三上総領事から本事業の成功を祈念する祝辞を賜った。三上総領事からは、世界が取組むカーボンニュートラル達成のため、本事業で実施する分離回収技術の商業化と、世界のカーボンニュートラル貢献への期待が述べられた。



写真1
Gordon 知事挨拶の様子



写真2
三上総領事挨拶の様子

当機構塚本理事長は、今日のエネルギーを取り巻く世界情勢を念頭に、カーボンニュートラルに必要なのは脱石炭ではなく、エネルギー安定供給とゼロエミッションの両立に向けた技術開発であり、CO₂削減に貢献する固体吸収剤による分離回収技術はますます重要な意義を担っていると述べた。共同実施者である川崎重工業株式会社パワープラント総括部安原総括部長は、世界で温暖化対策の声が高まる中、本事業で実施する分離回収技術の事業化に向けて一層努力すると述べられた。

起工式では、さらにジレット市Lundvall市長、Dry Fork 発電所を所有するBasin Electric社Telesz CEO、今年からITCを管

轄するワイオミング大学Krutka教授等から分離回収技術商業化への期待が述べられた。

起工式終了後には、建設工事の安全を祈念するスコープによるGroundbreakingが参加者の見守る中執り行われた。



写真3 塚本理事長挨拶の様子



写真4 スコープ Groundbreaking の様子

本事業の一環として、川崎重工業株式会社は、独自に開発したアミン固体吸収剤によるCO₂分離回収技術の実証試験を実施する。従来のアミン吸収液法によるCO₂分離回収技術と比較して60℃程度の低温蒸気でCO₂を分離・再生可能であるため、省エネルギー技術としてカーボンニュートラルに向けた温暖化対策に貢献する新たな技術となることが期待されている。また、試験設備及び試験設備周辺に放散されるアミン由来の物質を捕集し環境影響評価試験を実施する。本試験は固体吸収剤による分離回収技術を用いた世界初の環境影響評価試験となる予定である。

なお、当機構とワイオミング州政府は2016年に「クリーンコール及びCCUS技術等における協力」に関するMOUを締結しており、今回米国ワイオミング州ITCで実証試験を実施する礎となっており、日米協力事業としての一面を担っている。

本事業の建設工事は9月末に完了し、試運転期間を経て11月から環境影響評価試験が実施される予定である。

SATREPS「バイオマス・廃棄物資源の スーパークリーンバイオ燃料への触媒転換技術の開発」 タイ国におけるバイオマスガス化ベンチ設備の実証運転～プロジェクト完了報告～

技術連携戦略センター 手打 晋二郎

1. はじめに

我々カーボンフロンティア機構（以下、「弊機構」）は、2016年に採択されたSATREPS（Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development）プロジェクト：環境・エネルギー（低炭素社会）領域「バイオマス・廃棄物資源のスーパークリーンバイオ燃料への触媒転換技術の開発」を実施してきた。SATREPSとは、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）と独立行政法人国際協力機構（JICA）が共同で運営する、先端技術の研究開発を開発途上国の研究者と共同で行う3～5年間の研究プログラムである。SATREPSは弊機構にとって初めて取り組む事業であった。

本プロジェクトについては当ジャーナル43号（2019年11月発行）と45号（2020年11月発行）の2回進捗報告を行ってきたが、

本報は完了報告として、以後2023年2月の最終実証運転までの実施結果を報告する。

2. SATREPS プロジェクト概要

本プロジェクトは、JST／JICAから委託され、タイ国・チュロンコン大学（タラボン教授）と富山大学（椿範立教授）の連携により、タイに豊富に賦存するバイオマス資源から各種輸送用バイオ燃料・化学品（軽油・ガソリン・メタノール・LPG）を製造する技術の開発を行いつつ、タイへの技術移転を行うものである。弊機構はバイオマスガス化ベンチ設備の設計及び製作、実証運転支援を担当してきた。図1にプロジェクトの実施スキームを示す。

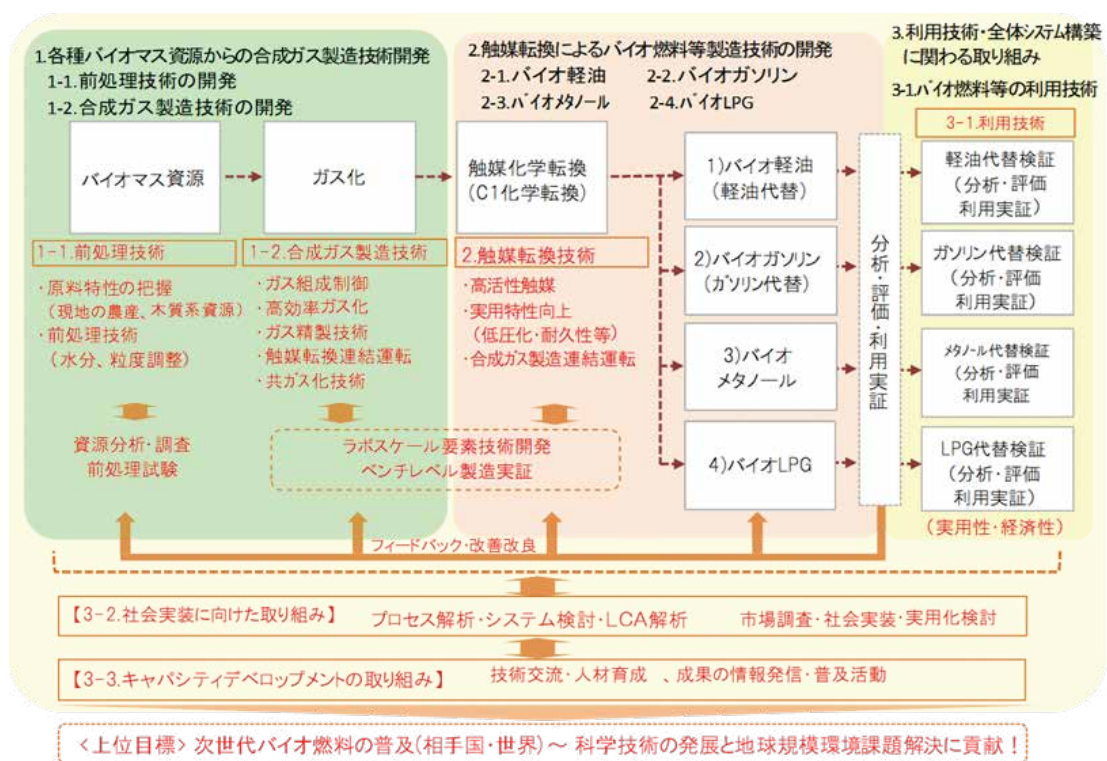


図1 プロジェクトの実施スキーム

3. バイオマスガス化ベンチ設備

(1) 全体プロセス

本プロジェクトでは、幅広い非可食系バイオマス資源（木質・農産残渣・廃棄物系）から、化石代替燃料（軽油、ガソリン、LPGメタノール）となる高品位バイオ燃料・化学品を製造する技術を実証するとともに、事業化システム及びLCAを検討し、GHG削減に帰する製品利用方法や社会実装提案を行うことを目指している。あわせて、相手国側と共同で実証・研究等の活動を行うこと

による技術移転・人材育成に取り組み、バイオマス資源が豊富な国・地域における高品位バイオ燃料・化学品を製造する技術の定着、事業の創出を通じた化石資源代替・地球温暖化対策へ寄与することを目的としている。

弊機構担当のバイオマスガス化ベンチ設備及びプロセスについて示す。図2に全体プロセス、図3にガス化炉及びタール改質炉の写真、図4に高压ガスブースター及び高压バッファシリンダの写真を示す。

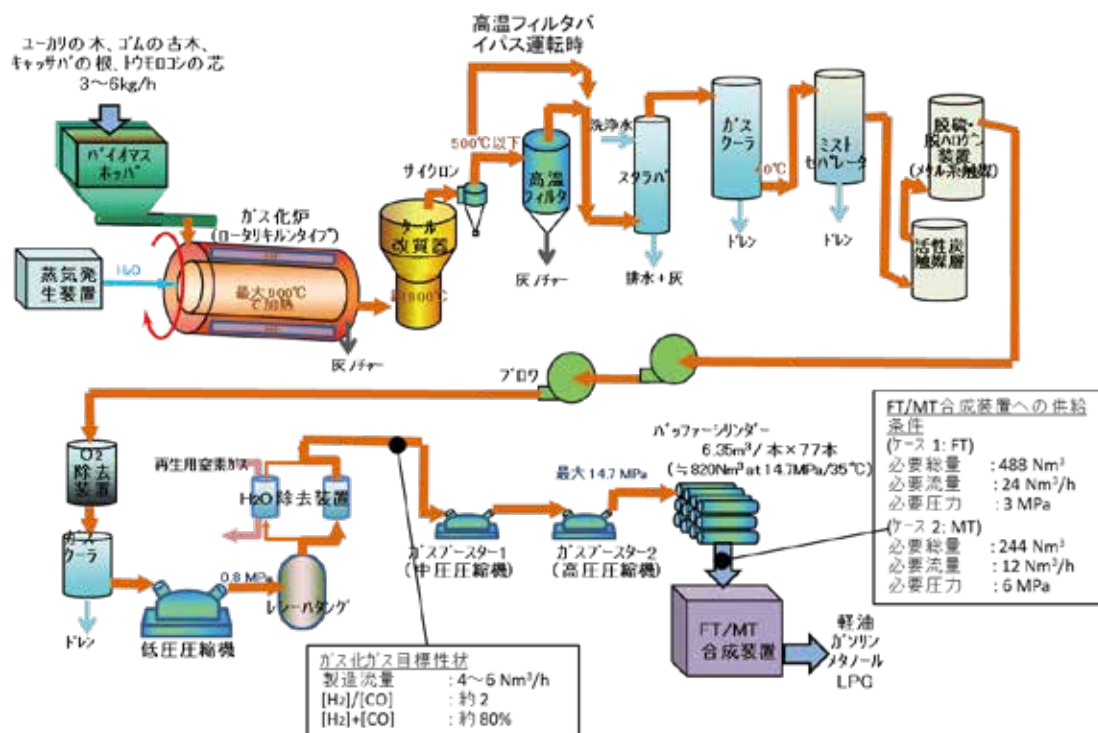


図2 バイオマスガス化ベンチ設備 全体プロセス



図3 ガス化炉(中央)及びタール改質炉(左側)

バイオマスはスクリーフィーダ式の供給機によりロータリーキルン方式のガス化炉に供給され、外部加熱により、ガス化する。発生したガスは、タール改質器、ガス精製装置を通過し、H₂/CO₂を主成分としたクリーンなシンガスとなる。この後、シ



図4 高压ガスブースター(右下)及び高压バッファシリンダ(左側)

ンガスは高压ガス圧縮装置にて圧縮され、高压バッファシリンダ(7units×11本/unit)に貯蔵される。貯蔵したシンガスは富山大学の触媒を用いたバイオ燃料合成試験に用いられる。

4. 要素技術開発 (CaO によるタール改質)

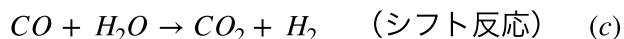
本プロジェクトでは、安価な生石灰 (CaO) 粒子 (図 5) を触媒として用いる無酸素タール改質技術の開発に取り組んだ。

タール改質のメカニズムとして、第一段階ではタールを高温の CaO 粒子表面でクラッキングし、炭素と水素ガスを生成される。第二段階では CaO 粒子表面に析出した炭素を CaO の触媒作用で水蒸気ガス化反応、シフト反応によりガス化する。この改質法は弊機構独自開発の技術である。

第 1 段階 タール接触クラッキング (炭素析出)



第 2 段階 炭素のガス化



本事業におけるシステムでは、キルン式ガス化炉で発生したタールを含むガス化ガスを流動層式の CaO 粒子を用いた専用のタール改質器 (図 6) に通してタールを分解している。



図 5 タール改質触媒 (CaO)



図 6 タール改質器

5. バイオマスガス化ベンチ設備実証運転結果

本プロジェクトは 2016 年から開始し、ガス化ベンチ設備の設計、製作、国内試運転実施後、いったん解体してタイ国に輸出して、2019 年 7 月から 2023 年 2 月まで計 4 回の実証運転を実施した。当初計画では、2021 年度に完了予定であったが 2020 年 1 月頃から世界的に新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) が拡大した影響により、タイ国への渡航制限により、本プロジェクトは 2 年弱中断を余儀なくされた。2022 年 6 月より再渡航し、本プロジェクトで計画した試験内容のすべてを実施し、2022 年度末で完了した。

表 1 にガス化実証運転に用いた原料の性状分析値を示す。

表 1 原料の性状分析値

		ゴム古木	ユーカリ	キャッサバの根	トウモロコシの芯	石炭
発熱量	高位 (J/g)	18,130	17,740	19,430	17,180	20,327
	低位 (J/g)	16,510	16,030	18,200	15,520	
工業分析	水分 (wt%)	7.80	10.00	7.5	9.5	20.71
	灰分 (wt%)	1.80	0.50	3.3	1.4	4.34
	揮発分 (wt%)	75.10	74.90	69.5	72.4	38.33
	固定炭素 (wt%)	15.30	14.60	19.7	16.7	36.62
元素分析	C (wt%)	49.24	50.01	49.0	48.06	
	H (wt%)	5.87	5.90	5.43	5.75	
	S (wt%)	0.04	0.01	0.09	0.01	
	N (wt%)	0.00	0.00	0.83	0.0	
	O (wt%)	42.97	43.58	41.11	44.68	
	ash (wt%)	1.88	0.50	3.6	1.5	
元素その他	Na (wt%)	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
	K (wt%)	0.23	0.20	1.02	0.76	
	Cl (wt%)	0.02	0.06	0.11	0.19	

全 4 回のガス化実証運転の結果概要を下記に示す。

第 1 回実証運転 (2019 年 7 月)

- ・バイオマス: ゴム古木ペレット
- ・シンガス製造量: 602Nm³
- ・運転時間: 182 時間 21 分

第 2 回目実証運転 (2019 年 10 ~ 11 月)

- ・バイオマス: ユーカリチップ
- ・シンガス製造量: 541Nm³
- ・運転時間: 151 時間 33 分

第 3 回目実証運転 (2022 年 8 ~ 9 月)

- ・バイオマス: キャッサバの根ペレット
- ・シンガス製造量: 469Nm³
- ・運転時間: 152 時間 5 分

第 4 回目実証運転 (2023 年 2 月)

- ・バイオマス: トウモロコシの芯ペレット、及び石炭 (50wt%) とバイオマス (50wt%) による共ガス化
- ・シンガス製造量: 236Nm³ (共ガス化時は貯蔵無し)
- ・運転時間: 75 時間 13 分 (共ガス化 17 時間、チュラロンコン大学による起動停止トレーニング時間帯を含む)

6. 2022 年度バイオマスガス化ベンチ設備実証運転結果

第 1 回及び第 2 回の運転結果については報告済みであることから、本報では第 3 回及び第 4 回実証運転の結果を報告する。

(1) 第 3 回目実証運転 (2022 年 8 ~ 9 月)

第 3 回実証運転は新型コロナウイルス感染症による 2 年弱の中断後の運転だったせいか、8 月の運転初期から設備に不具合が頻発し、運転を一旦中止した。特にシンガスを 12MPa まで昇圧する高圧ガスブースター内部にあるピストンリングが交換時期に届く前に破断したため昇圧が不十分になった。長期停止していた精密機械は分解点検を行っておくべきであった。それ以外にはタイ国の高温多湿の気候によると思われる鉄部の錆による回転不良、低質原水処理をする装置の劣化が早くフィルター類は一式交換を余儀なくされた。8 月に発生した不具合対策を実施して、再度 9 月に実証運転を再開した。

運転条件はバイオマス (キャッサバペレット 390kg で使い切ったため、ゴムの木ペレット 95kg) 485kg を断続的に 3~5kg/h × 152h にて供給し総計 469Nm³ の精製シンガスを製造・貯蔵した。

精製シンガスの H₂/CO 比は 1.8-2.0 とほぼ目標に近い数値が得られた。

表 2 にシンガス組成表、図 7 に運転時の主要データとその時に得られた GC (ガスクロマトグラフィー) 分析値を示す。

表 2 シンガス組成表

Gas composition							
Gas (%)	Unit 1	Unit 2	Unit 3	Unit 4	Unit 5	Unit 6	Unit 7
H ₂	44.54	44.57	44.56	44.97	44.41	44.37	42.17
CO	23.98	22.14	21.96	22.69	23.00	23.07	21.10
CO ₂	19.04	19.11	19.17	18.42	18.66	18.75	18.87
CH ₄	8.21	7.35	7.26	7.42	7.32	7.50	6.89
N ₂	4.22	6.80	7.01	6.46	6.61	6.31	10.94
O ₂	0.02	0.03	0.04	0.03	0.01	0.00	0.03
H ₂ /CO	1.86	2.01	2.03	1.98	1.93	1.92	2.00
Dew point (°C)	-27.73	-29.60	-38.83	-34.80	-32.07	-33.37	-31.73
In tank (MPa)	12	12	12	12	12	12	12
Production date	Sep. 22	Sep. 21	Sep. 20	Sep. 22	Sep. 23	Sep. 24	Sep. 26
Checking date	2022 Sep. 25			2022 Sep. 27			

タール改質に関しては、スクラバで捕集できなかった少量の白〜薄黄色の軽質タールがガスストレーナーから活性炭層内配管に付着するため時々バイパス運転に切り替えて洗浄を行った。一方、茶〜褐色の重質タールはガスストレーナーから活性炭層内配管への付着が確認されなかったことから、タール改質器でほぼ全量分解されていることが分かった。

また、運転中の個体ハンドリングに関しては、サイクロン〜スクラバ入口配管が飛散チャーと灰が固着、閉塞して、ブロワでガスを誘引できなくなりガス化炉がトリップするトラブルが発生した (図 8)。

原因として、高温フィルターバイパス運転時サイクロン出口ガスがスクラバ入口配管内で降温して蒸気が凝縮する際にチャー+タールが壁に付着して徐々に厚みが増えて早期の閉塞に至ったと判断した。技術開発の一環として下記を行い改善に取り組んだ。

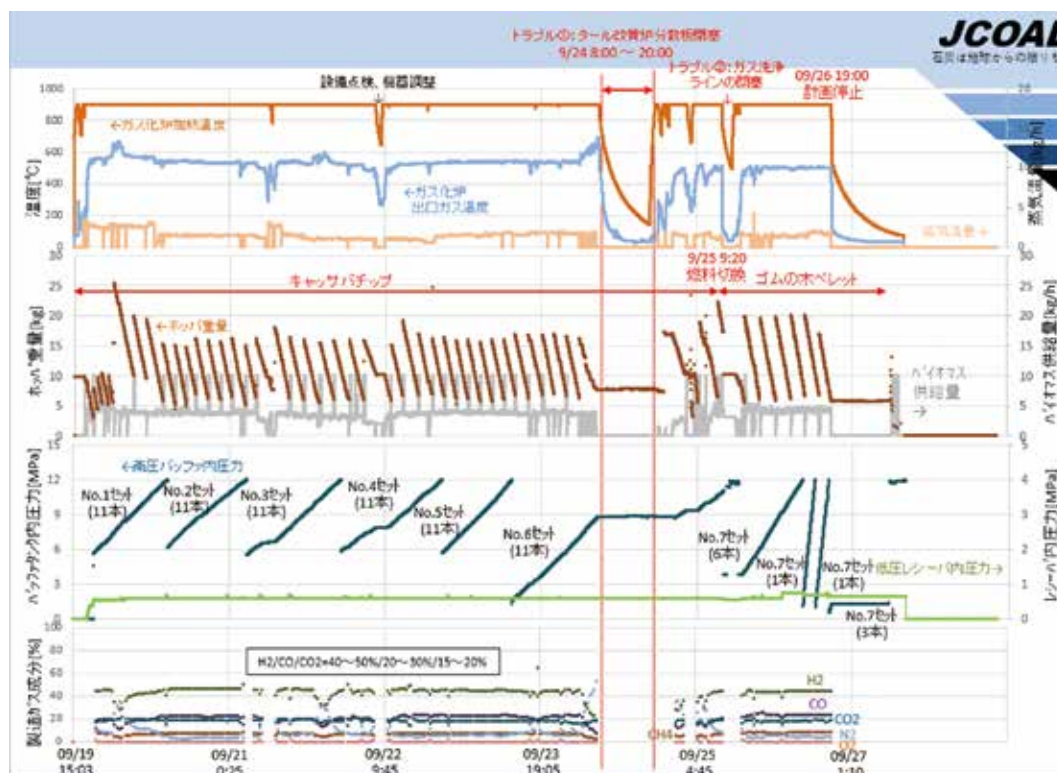


図 7 運転時の主要データとその時に得られた GC (ガスクロマトグラフィー) 分析値

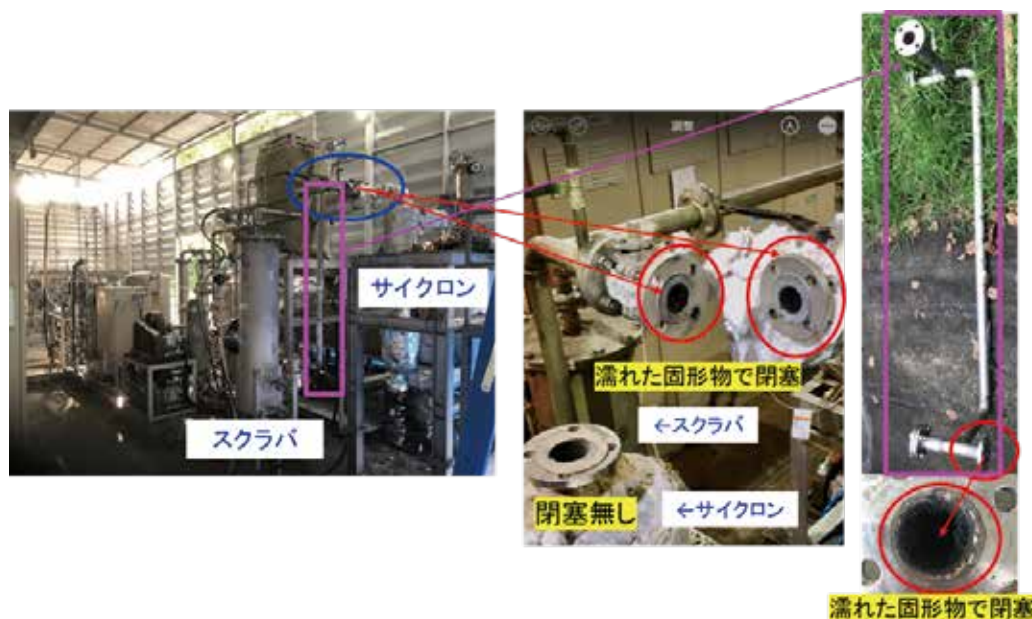


図8 サイクロン～スクラバ入口配管が固着、閉塞によるトラブル

- ①配管の保温を行い、蒸気の濃縮を抑える。
- ②高温フィルターを極力使用する。
- ③スクラバ入口配管内に水流を形成して付着した固形物の除去を行う。

(2) 第4回目実証運転(2023年2月)

第4回実証運転は、本プロジェクト最後の実証運転として取り組んだ。バイオマス(トウモロコシの芯ペレット) 367kgを断続的に2~5.5kg/h×75hにて供給し総計 236Nm³の精製シンガスを製造・貯蔵した。

精製シンガスの H₂/CO 比は 1.99-2.10 とほぼ目標に近い数値が得られた。

運転の前半は、タール改質炉の圧損が 6kPa を超えてしまうことでプロワが誘引できなくなりガス化炉がトリップするトラブルが発生した(図9)。

原因として、初めて取り扱うことになったトウモロコシの芯ペレットの溶融灰がタール改質炉内で生成した炭酸カルシウム (CaCO₃) と分散板ノズル出口付近で反応して塊状固形物を形成してノズル出口付近に固着・閉塞し流動不良が発生したと判断した。技術開発の一環として、改善を行い、タール改質炉入口ガス温度を従来よりも高い温度 (CaCO₃ が生成を始めない 886℃以上) で運転を行った。



図9 分散板(タール改質炉)の固形物・閉塞状況・清掃後

この改善対策を行ったことにより後半は安定運転を行えるようになり 24 時間を超える連続運転を達成した。

また、トウモロコシの芯ペレットのガス充填完了後に石炭バイオマス共ガス化運転(石炭 50wt%+トウモロコシの芯 50wt%の混合燃料)を行い 17 時間の連続運転を達成した。表3にシンガス組成表、図10に運転時の主要データとその時に得られた GC (ガスクロマトグラフィー) 分析値を示す。

表3 シンガス組成表

Buffer tank no.	H ₂	CO	CO ₂	CH ₄	N ₂	O ₂	H ₂ /CO	dew point	Date for checking
1	47.01	22.89	19.43	7.92	2.74	0.01	2.06	-29.50	2023/2/23
2	46.63	22.16	19.65	7.72	3.86	0.00	2.10	-30.40	2023/2/23
3	46.09	22.53	19.52	7.85	4.02	0.00	2.05	-30.30	2023/2/23
4	46.89	23.45	18.65	7.62	3.35	0.01	2.00	-28.30	2023/2/23
5	46.74	23.53	18.87	7.59	3.30	0.00	1.99	-30.30	2023/2/23
6	45.14	21.65	19.20	6.93	7.08	0.00	2.09	-33.00	2023/2/23
7	44.95	21.48	19.41	6.90	7.27	0.00	2.10	-33.40	2023/2/23

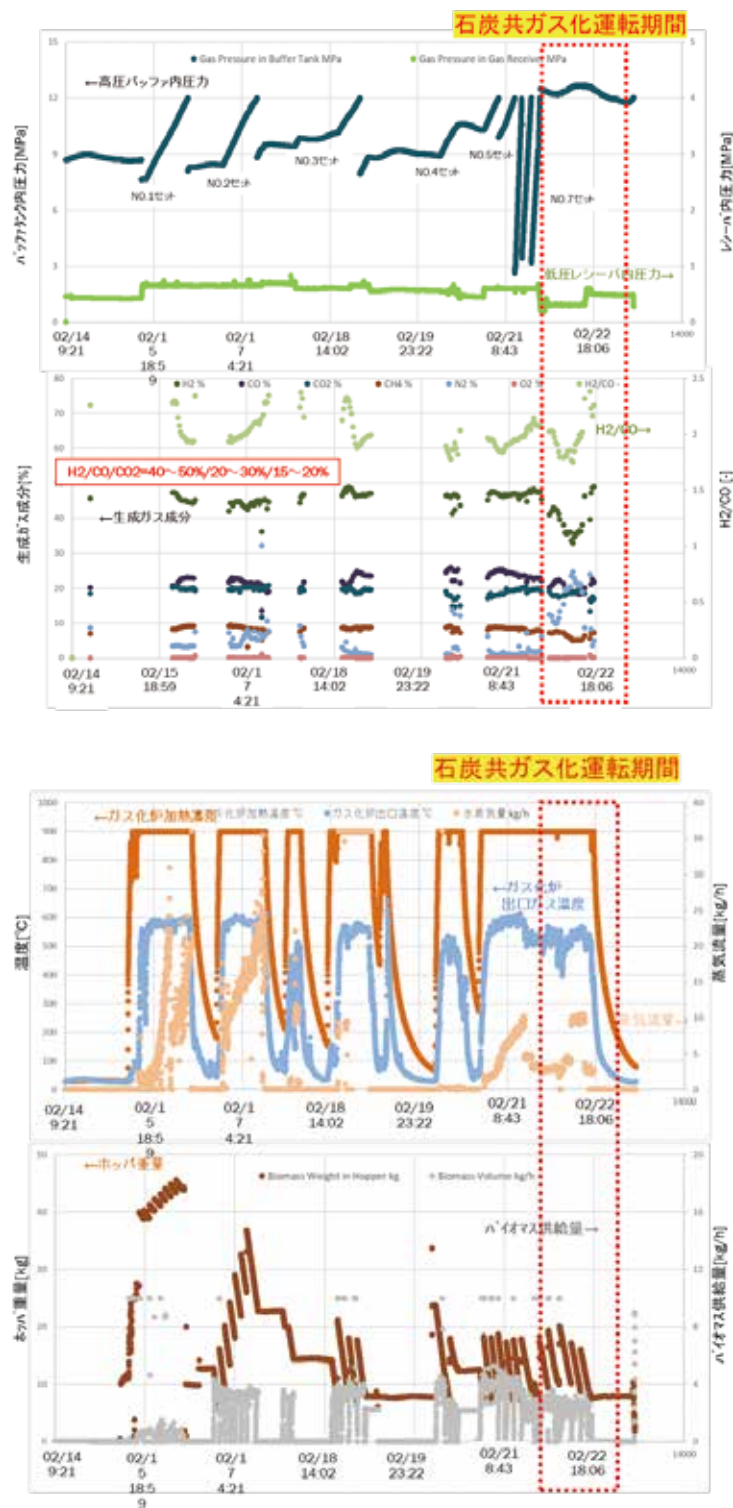


図 10 運転時の主要データとその時に得られた GC (ガスクロマトグラフィー) 分析値

7. 技術移転

本プロジェクトでは全 4 回の実証運転を行い、タイ国側への技術移転に向けた活動として、座学の実施、全ての運転にチュラロンコン大学研究員及び職員が参加し、運転期間中は必ず 1 日 2 回の

昼夜交代時に弊機構とチュラロンコン大学 (CU) でミーティングを行い、ガス化ベンチ設備運転状況について正確な引継ぎを行った (図 11)。ガス分析は全て CU 職員が実施した。



図 11 弊機構とチュラロンコン大学 (CU) との
合同ミーティング(昼夜交代時)

また、第 4 回 (最終) 実証運転後半では、CU の研究員・職員が主担当、弊機構が後方支援として運転を行い、8 時間程度の連続運転を達成した (図 12)。また、第 4 回 (最終) 実証運転後半は運転と併せてガス化ベンチ設備の保守・メンテナンスも CU の研究員・職員が主体的に担当した (図 13)。



図 12 運転指導 (左: 弊機構職員 (運転指導)、右: CU 研究員)



図 13 CU 研究員、職員により保守・メンテナンス

8. 触媒転換によるバイオ燃料等製造技術の開発

(国立大学法人富山大学担当)

弊機構がバイオマスガス化ベンチ設備実証運転にて製造したシンガスからバイオ燃料等製造の技術開発を国立大学法人富山大学が実施した。

第 1 回目ガス化実証運転の製造ガスで触媒転換試験 (FT 合成・バイオマス経由製造試験) を実施し、バイオ軽油製造を達成した。第 2 回目の製造ガスではバイオメタノール製造を達成した。第 3 回目の製造ガスではバイオ LPG 製造を達成した。第 4 回目の製造ガスではバイオガソリン製造を達成した。



図 14 触媒転換試験装置 (富山大学担当)

いずれも富山大学が独自開発した高性能触媒による製造であり、所期の目標を全て達成した。

9. 今後の展開について

開発したガス化ベンチ設備は、CU の設備として研究に利用される予定である。なお、本プロジェクト参画機関 (富山大学・弊機構・CU) の連携によるカーボンニュートラル分野の事業 (クリーンエネルギー分野における革新的技術の国際共同研究開発事業 (NEDO 殿委託事業)、2024 年度予定) でも活用していく予定である。

10. 謝辞

本研究は、国立研究開発法人科学技術振興機構 (JST) と独立行政法人国際協力機構 (JICA) の連携事業である地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS) の支援を受けて実施、また、国立大学法人富山大学、チュラロンコン大学 (CU) の協力を得て無事完了したものであり、ここに謝意を表す。

カーボンリサイクル実証研究拠点の活動状況（広島県大崎上島）

技術連携戦略センター 田中 恒祐、渡辺 秀幸、谷口 恵玲奈



写真1 カーボンリサイクル実証研究拠点俯瞰写真

(1) カーボンリサイクル実証研究拠点整備状況

広島県大崎上島町に国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）が整備する「カーボンリサイクル実証研究拠点（以下、CR 拠点と表記）」が昨年5月に開所し、11事業者（表1参照）が石炭火力発電所から分離・回収された実CO₂を原料に様々なカーボンリサイクル技術に係る研究開発を進めている。

CR 拠点は、「基礎エリア」、「実証エリア」、「藻類エリア」の3つのエリアで構成される。「基礎エリア」では、2022年度に研究棟に入居が決定した事業者（6事業者）についても、各研究室内の整備が概ね完了し、随時試験を開始している（写真2、写真3）。JCOALの大崎事務所がある共用棟は、分析室の整備を進め、

現在8種類以上の分析装置を設置して、CR事業者が適宜利用している。また、会議室を開放し、CR事業者のリモート会議や打ち合わせ、交流の場として運用している。

「実証エリア」では、中国電力グループが進めていた「CO₂有効利用コンクリートの研究開発」が2022年度で事業完了となり、早稲田大学グループの「海水を用いた有価物併産カーボンリサイクル技術実証と応用製品の研究開発」の試験装置が同跡地に建設されるため、実証エリアの再整備が行われた。また、川崎重工業グループ「化成品（パラキシレン）選択合成技術の研究開発」の実証プラント建設工事が完了し、2023年6月の実証運転開始を目指して準備を進めている。

各CR事業者の研究開発の進捗状況を表1にまとめて示す。

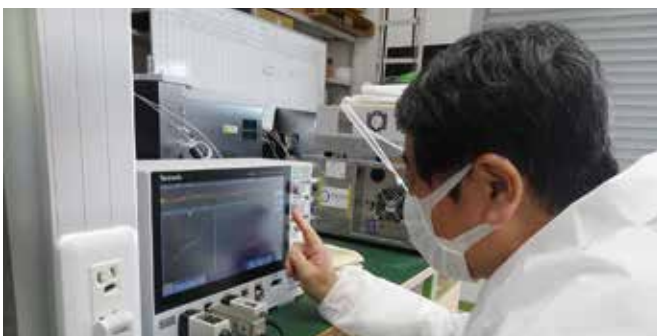


写真2 研究の様子（研究棟内、岐阜大 G）



写真3 研究の様子（研究棟内、アルガルバイオ G）

表 1 各 CR 事業者の研究開発の進捗

		事業名	事業者	研究開発進捗
基礎エリア	1号室	カーボンリサイクル LP ガス製造技術とプロセスの研究開発	ENEOS グローブ(株) / 日本製鉄(株) / 富山大学	設計中 (2024 年 2 月運転開始予定)
	2号室	微細藻類による CO ₂ 固定化と有用化学品生産に関する研究開発	(株)アルガルバイオ / 関西電力(株)	運転中 (試験管培養試験、10L ボトル培養試験)
	3号室	大気圧プラズマを利用する新規 CO ₂ 分解・還元プロセスの研究開発	東海国立大学機構 / 川田工業(株)	運転中 (CO ₂ 分解リアクター試験)
	4号室	ダイヤモンド電極を用いた石炭火力排ガス中 CO ₂ からの基幹物質製造	慶應義塾大学 / 東京理科大学 / JCOAL	運転中 (各装置試運転)
	5号室	CO ₂ を炭素源とした産廃由来炭化ケイ素合成の研究開発	東北大学	運転中 (中容量マイクロ波炉)
	6号室	CO ₂ の高効率利用が可能な藻類バイオマス生産と利用技術の開発	日本製鉄(株)	運転中
実証エリア		CO ₂ 有効利用コンクリートの研究開発	中国電力(株) / 鹿島建設(株) / 三菱商事(株)	2023 年 3 月終了
		化成品 (パラキシレン) 選択合成技術の研究開発	川崎重工業(株) / 大阪大学	メタノール合成ベンチスケール試験装置建設工事完了 (2023 年 6 月運転開始)
		Gas-to-Lipids バイオプロセスの開発	広島大学 / 中国電力(株)	運転中
		海水を用いた有価物併産カーボンリサイクル技術実証と応用製品の研究開発	早稲田大学 / (株)サクラ	設計中 (2023 年 9 月建設開始予定)
藻類エリア		微細藻類由来 SAF の製造に係る研究開発	(一財)日本微細藻類技術協会	運転中

(2) CR 事業者支援

JCOAL は CR 事業者支援として、CR 拠点現場の環境整備や安全管理に留まらず、CO₂ 連続監視、研究棟へのユーティリティ供給、および共用棟運営等を実施している。環境整備では、運転員及び見学者の増加に伴い、駐車スペースの確保と最適化、構内案内図の設置、共用施設の清掃等を実施している。安全管理では、工事及び運転に関して、無事故・無災害の完遂に向けた情報の共有、AED の設置、安全パトロールを実施している。CR 拠点の運用と拠点最適化の両立を目的とし、CR 事業者間の工程調整、ルール順守の徹底、および視察対応への協力等を協議する「事業運営委員会」を 2 ヶ月に 1 回程度の頻度で開催している。

(3) CR 拠点見学者対応

本事業では、「対外支援活動の最適化検討と実施」の中で、CR 拠点で行っている研究開発内容の PR 及び研究者の交流を目的として、2022 年 5 月以降、一般向けの見学の申込を Web サイト（一部を除く）から受け入れている。2022 年度の実績は、57 団体、519 名を受入れており、産学官幅広い層を対象に、希望があった見学先や意見交換等、見学者の要望に合わせた見学ルート等を検討しながら実施している。

2022 年 11 月には西村経済産業大臣もご視察いただき（写真 4）、「カーボンリサイクルの技術開発の最先端の研究場所となるこ

とを期待している」ことを発信していただいた。また、2023 年度は、5 月に G7 サミットが予定されていることもあり、それに絡むイベントへの協力や見学等も予定されており、2023 年 3 月には G7 サミットジュニア会議の見学先の一つとして選定され、国内外から高校生が現場で研究者との意見交換を実施した（写真 5）。

今後海外からの見学者やメディアの来訪も今後増えていく予定であり、見学者対応に合わせた日英の紹介用動画の製作も 5 月に完成予定であり、その他パンフレット・Web サイトの構成も最適化していく予定である。

(4) おわりに

2023 年度は CR 事業者の研究開発活動がさらに深化していくことが予想され、CR 事業者が活動に専念できる環境を提供し続けていくことが最大の役目と認識している。また、成果の発信も積極的に実施していき、世界からも注目される CR 拠点となるよう鋭意努力していく所存である。

(5) 謝辞

本事業は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託事業であり、弊機構の業務に関してご指導とご支援を頂いていることに深謝の意を表します。



写真 4 西村経済産業大臣ご視察の様子
（中央：西村大臣、右：湯崎知事、左：塚本理事長）



写真 5 G7 サミットジュニア会議の見学の様子

memo

[illegible]

memo

memo

[illegible]

編集後記

いつも弊機構へのご支援をいただきまして、誠にありがとうございます。

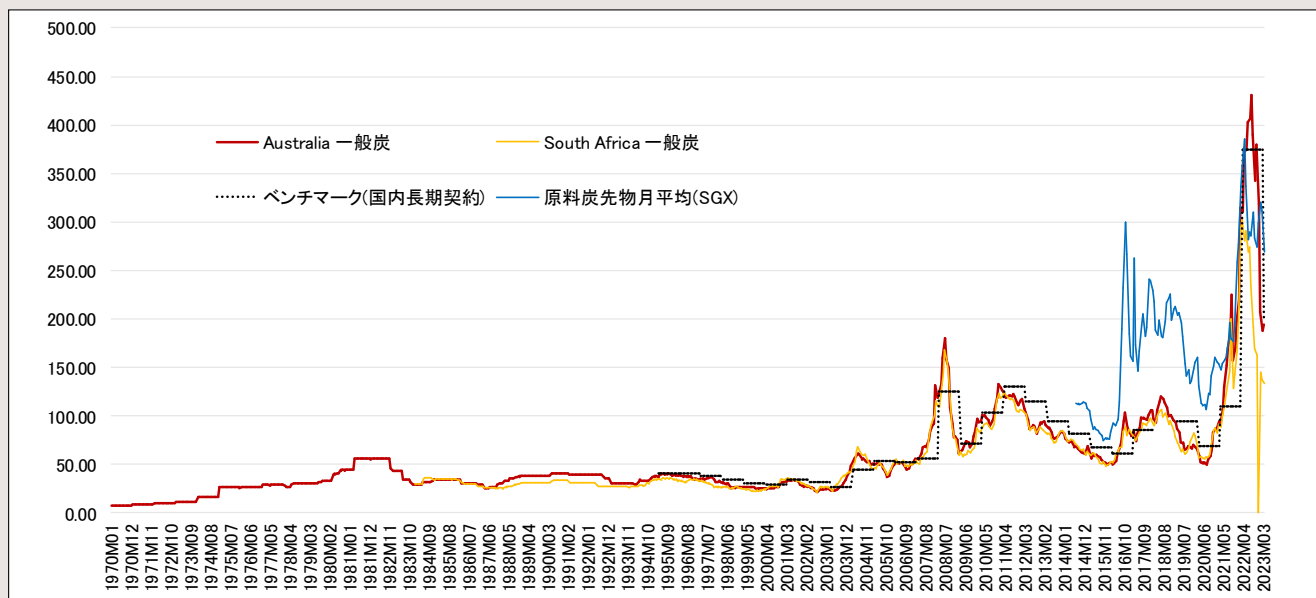
2023年4月に団体名が「カーボンフロンティア機構」となりました。これを受けまして、当機関誌についても、名称変更をさせて頂きました。

「Carbon Frontier Journal (CF ジャーナル)」第1号をお送りいたします。

とうとう「石炭」という単語が無くなってしまい、個人的には少し寂しい気持ちもいたしますが、このような変革が時代の流れに沿って大切な出来事なのだと思います。社会全体がカーボンニュートラルに向かい、そのためにビジネスや技術を創出し、環境を良くしようと努力すること。そういった世界の歴史に刻まれるような時代に生きている限り、私たちが様々な方向から努力する必要がありますし、私たちに出来る事を模索しなければなりません。そして石炭利用における排出削減はアジアの喫緊の重要課題であり、世界ではCCSやCCUSへの取り組みが加速し始めています。今後もこれらの課題に向かって……こまめにしておきます。まずは意気込んでみました。今後とも何卒よろしくお願いいたします。

(岡本)

石炭価格推移 1970～2023(\$/t) World Bank 他



CF Journal Vol. 1 (2023年6月1日発行)

発行所：一般財団法人 カーボンフロンティア機構
〒105-0003 東京都港区西新橋3-2-1 Daiwa西新橋ビル3F
Tel: 03-6402-6100 (総務部)
03-6402-6101 (技術連携戦略センター)
03-6402-6106 (カーボンニュートラル推進部)
03-6402-6102 (資源開発部)
03-6402-6103 (技術開発部)
03-6402-6104 (国際事業部)
Fax: 03-6402-6110 E-Mail: jcoal-qa_hp@jcoal.or.jp
URL: <http://www.jcoal.or.jp/>

本冊子についてのお問い合わせは…

一般財団法人 カーボンフロンティア機構 総務部
〒105-0003 東京都港区西新橋3-2-1 Daiwa西新橋ビル3F
Tel: 03-6402-6100 Fax: 03-6402-6110

編集・印刷：株式会社十印

最寄りの交通機関：虎ノ門ビルズ駅より徒歩5分、虎ノ門駅より徒歩7分、内幸町駅より徒歩7分、神谷町駅より徒歩8分、御成門駅より徒歩8分、新橋駅より徒歩9分、豊ヶ岡より徒歩9分

Carbon Frontier Journal

「CF Journal」は、ゼロエミッションに向けた技術革新を目指す（一財）カーボンフロンティア機構が発行する情報誌です。

【禁無断転載】